

# DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

REVUE MENSUELLE

DÉCEMBRE 1953

Sixième année, n° 72.

## SOMMAIRE

A. SCHMID, <b>Les aménagements de l'écluse Saint-Pierre sur le canal de Donzère-Mondragon.</b>	Pages. 1119
Série : Construction métallique (XIV).	
M. MAMILLAN, <b>Essais sur un concasseur giratoire . . . . .</b>	1135
Série : Matériel de chantier (VII).	

JOURNÉES INTERNATIONALES DE CHAUFFAGE, VENTILATION, CONDITIONNEMENT DE L'AIR 1953

<b>Études et recherches françaises sur le chauffage, la ventilation et le conditionnement de l'air . . . . .</b>	1157
--	------

Communications de MM. A. FOURNOL, B. TUNZINI, R. CADIERGUES et D. THIN, G. DAWANCE, A. PASCAL, J.-C. MARÉCHAL, R. GOENAGA.

**Visites d'installations de chauffage et de conditionnement de l'air au Centre Technique Forestier Tropical de Nogent-sur-Marne et à l'Aéroport du Bourget.**

Communications de MM. Y. MARCON, E. RELIER, J. ARTIGUE, A. DES-PLANCHES, R. de SAINT-MARTIN.

Série : Équipement technique (XLII).

A. LIGOUZAT, <b>Le barrage de Tignes. .</b>	1219
Série : Travaux publics (XXV).	

<b>Documentation technique réunie en septembre 1953 . . . . .</b>	1243
Documentation technique (LXX).	

<b>Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nouvelle série. Tables systématique et par noms d'auteurs des articles parus en 1953. . . . .</b>	1263
Hors série (VI).	

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES  
ET DE DOCUMENTATION TECHNIQUE

26, BOULEVARD RASPAIL, PARIS (XVI<sup>e</sup>)

19, RUE LA PÉROUSE, PARIS (XVI<sup>e</sup>)

LABORATOIRES DU BATIMENT  
ET DES TRAVAUX PUBLICS

12, RUE BRANCION, PARIS (XV<sup>e</sup>)

BUREAU SECURITAS

9, AVENUE VICTORIA, PARIS (IV<sup>e</sup>)

CENTRE D'INFORMATION ET DE  
DOCUMENTATION DU BATIMENT

100, RUE DU CHERCHE-MIDI, PARIS (VI<sup>e</sup>)

Édité par La Documentation Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.  
(Société à responsabilité limitée au capital de 600 000 F)

C. C. P. PARIS 8524-12

19, rue La Pérouse, PARIS-XVI<sup>e</sup>

Tél. : KLÉber 48-20



# CONFÉRENCES DU CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SESSION 1953-1954 (Seconde Série)

Salle de la Fédération Nationale du Bâtiment et des Activités Annexes  
7, rue La Pérouse, Paris-XVI<sup>e</sup>.

## Programme des Séances de Janvier à Juillet 1954

*(Des modifications peuvent être apportées à ce programme en cours de session; elles seront portées à la connaissance de nos adhérents par les Annales qui rappellent, sur chaque couverture, les conférences du mois suivant la parution du numéro.)*

### MARDI 5 JANVIER 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. Paul TOURNON, Membre de l'Institut.

#### EXEMPLE CONCRET D'ARCHITECTURE CULTURELLE L'UNIVERSITÉ DE CAEN

par M. Henry BERNARD, Architecte en Chef des Bâtiments Civils et des Palais Nationaux, Premier Grand Prix de Rome.

### MARDI 19 JANVIER 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. Albert CAQUOT, Membre de l'Institut.

#### LE TROISIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE LA MÉCANIQUE DES SOLS (Zurich, août 1953.)

par M. L'HERMINIER, Chef du Service Sol et Fondations des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

### MARDI 26 JANVIER 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. A. MAYER, Ingénieur Général des Mines E. R.,  
Président du Centre d'Études et de Recherches  
de l'Industrie des Liantes Hydrauliques.

#### CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT DU CIMENT

par M. R. LAURET, Ingénieur Civil des Mines, Secrétaire Général du Centre d'Études et de Recherches de l'Industrie des Liantes Hydrauliques.

### MARDI 2 FÉVRIER 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. FERLET,  
Président de l'Association Technique de l'Industrie du Gaz en France.

#### LES TENDANCES ACTUELLES DANS LA CONSTRUCTION DES GAZOMÈTRES

par M. GROFFIER, Ingénieur en Chef du Gaz de France.

### MARDI 16 FÉVRIER 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. A. LECONTE,  
Architecte en Chef de la Reconstruction, Prix de Rome.

#### LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION DU STADE D'HONNEUR DE CASABLANCA

Auvent en encorbellement de 34 m de portée.

par M. DANGLETERRE, Architecte et M. Henry LOSSIER, Ingénieur-Conseil.

Présentation du film pris au cours des travaux  
par l'Entreprise Quillery (Saint-Maur).

### MARDI 23 FÉVRIER 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. de CHALENDAR,  
Président de la Compagnie Immobilière Franco-Marocaine,  
Vice-Président du C. N. A. H.

#### UNE RÉALISATION EN TRÈS GRANDE SÉRIE D'HABITAT INDIGÈNE ÉCONOMIQUE AU MAROC

par M. René DURAND, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur Général de la Compagnie Immobilière Franco-Marocaine et M. René KUHN, Ingénieur E. C. P., Chef de Service à la Compagnie Marocaine d'Entreprises Électriques et Mécaniques et de Travaux Publics.

### VENDREDI 26 FÉVRIER 1954, à 17 h. 30

#### APPLICATION DE L'AUSCULTATION DYNAMIQUE A L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA RÉPARTITION DES CONTRAINTES AUTOUR DES GALERIES

par M. DAWANCE, Chef du Service Métaux-Physique des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics et M. E. TINCELIN, Ingénieur I. E. N., du Service Technique des Mines de Fer de l'Est.

### MARDI 2 MARS 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. BATICLE, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, Président de la Commission des Téléphériques du Ministère des Travaux Publics.

#### TENDANCES ACTUELLES EN MATIÈRE DE TÉLÉPHÉRIQUES, REMONTE-PENTES, TÉLÉSIÈGES

par M. LEHANNEUR, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées.

### MARDI 9 MARS 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. LAURENT,  
Président de l'Union Nationale des Peintres-Vitriers de France,  
Président de l'Union Internationale des Entrepreneurs de Peinture.

#### PROBLÈMES DIVERS POSÉS PAR L'APPLICATION DES PEINTURES

par M. PETIT, Directeur des Laboratoires des Recherches sur les Peintures et Vernis de la Fédération Nationale des Fabricants de Peinture, Vernis et Encres d'imprimerie.

### MARDI 16 MARS 1954, à 17 h. 30

#### LES GRANDS TRAVAUX FRANÇAIS A L'ÉTRANGER

par M. DUCRET, Secrétaire Général de la Fédération Internationale du Bâtiment et des Travaux Publics.

### MARDI 23 MARS 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. CLÉMENT,  
Contrôleur Général à Electricité de France.

#### LA CENTRALE SOUTERRAINE DE RANDENS

Sa conception et son exécution.

par M. OLIVIER-MARTIN, Directeur de la Région d'Équipement Hydraulique Alpes II de l'Électricité de France.

### MARDI 30 MARS 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. GIBRAT,  
Professeur d'Électricité Industrielle à l'École Nationale Supérieure des Mines,  
Ingénieur-Conseil.

#### UTILISATION DE L'ÉNERGIE DES MARÉES

par M. VANTROYS, Ingénieur en Chef à l'Électricité de France.

### MARDI 6 AVRIL 1954, à 17 h. 30

#### LE CHOIX DU MATÉRIEL DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

par M. COMTET, Président de la Fédération Nationale de l'Équipement Électrique.

### MARDI 27 AVRIL 1954, à 17 h. 30

#### PLOMBERIES PRÉFABRIQUÉES

par M. Alain DELACOMMUNE, Membre du Conseil d'Administration de la Chambre Syndicale de Couverture-Plomberie.

### MARDI 4 MAI 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. BONNENFANT,  
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur des Bases Aériennes.

#### QUELQUES APPLICATIONS DE L'HYDRO-GÉOLOGIE AUX PROBLÈMES DES ROUTES ET DES PISTES

par M. G. JEUFFROY, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Chef de Division au Service Technique des Bases Aériennes.

Conférences organisées en commun  
avec la Société des Ingénieurs Civils de France.

**VENDREDI 14 ET VENDREDI 28 MAI 1954**  
(19, rue Blanche, Paris)

#### COMMUNICATIONS SUR LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

Conférences organisées en commun avec la Chambre Syndicale  
des Constructeurs en Ciment Armé, à l'occasion de son Cinquantenaire.

### JEUDI 20 MAI 1954, à 15 h. 30

#### SENS DES CONTACTS TECHNIQUES DE LUXEMBOURG

par M. SAILLARD, Ingénieur Civil de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

#### DU BÉTON TRADITIONNEL AU BÉTON PRÉCONTRAJNT

par M. ESQUILLAN, Ingénieur des Arts et Métiers.

### VENDREDI 21 MAI 1954, à 9 h. 30

#### LE PROBLÈME DE LA FISSURATION SON RÔLE FONDAMENTAL EN BÉTON ARMÉ

par M. L. P. BRICE, Ingénieur des Arts et Manufactures.



## ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

## RÉSUMÉS (DÉCEMBRE 1953)

## SUMMARIES (DECEMBER 1953)

Fid len sa

**Écluses.**

**Les aménagements de l'écluse de Saint-Pierre sur le canal de Donzère-Mondragon.** SCHMID (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Construction métallique (XIV)], 16 p., 25 fig.

Après un commentaire du Président sur le développement de la navigation intérieure et sur l'avenir de la vallée du Rhône et de la liaison Rhône-Rhin, le conférencier traite de l'équipement de l'écluse Saint-Pierre comportant les deux portes amont et aval et les dispositifs de protection.

La porte aval, chargée de 26 m d'eau et exigeant un tirant d'air de 7 m, a 12 m de largeur et 14,50 m de hauteur; elle est levante et s'efface derrière un masque supérieur en béton armé. Elle est réalisée en voile tendu circulaire, par des viroles assemblées sur chantier par soudage.

La porte amont est réalisée en voile comprimé convexe vers l'amont; elle est baissante et s'efface devant le mur de chute.

La protection est assurée par des lisses en chêne et par des câbles tendus en travers de l'écluse qui s'escamotent en plongeant jusqu'au radier. L'ensemble est commandé d'une cabine de manœuvre.

CDU 626-42.

Fid len sa

**Locks.**

**The equipment of the Saint-Pierre lock on the Donzère-Mondragon canal.** SCHMID (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Metallic structures (XIV)], 16 p., 25 fig.

After some comments by the chairman on the development of inland navigation and on the future of the Rhone valley and the Rhone-Rhine connection, the lecturer deals with the equipment of the Saint-Pierre lock including the two upstream and downstream gates and the safety devices.

The downstream gate which works against a water head of 26 meters and necessitates an air draft of 7 meters is 12 m wide and 14,50 m high. It is of the lifting type and recedes behind an upper reinforced concrete screen. It is constructed as a thin circular shell in tension, of boiler plates assembled on the site by welding.

The upstream gate is constructed as a thin shell in compression turning the convex face upstream. It drops and recedes behind the weir.

Protection is assured by oaken rails and by cables stretched across the lock, which recede when dropping to the invert. The whole is controlled from a cabin.

UDC 626-42.

Dod jį t

**Matériel de chantier.**

**Essais sur un concasseur giratoire.** MAMILLAN (M.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Matériel de chantier (VII)], 22 p., 29 fig.

Les essais effectués sur un concasseur giratoire ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Une diminution de la vitesse de rotation des concasseurs à partir de la vitesse théorique optimum entraîne :

Un accroissement de l'énergie consommée par tonne;  
Une diminution du débit;  
Une augmentation des éléments fins et des fragments plats.

2° Si le rapport de réduction augmente :

Les éléments fins et l'énergie consommée augmentent;  
La forme des fragments s'améliore;  
Le débit diminue.

3° L'opération de précriblage du tout venant entraîne les modifications suivantes :

Le pourcentage d'éléments fins diminue;  
Le produit obtenu est plus sélectif;  
Le débit est accru;  
L'énergie consommée par tonne diminue.

4° Si toutes les caractéristiques de l'appareil de fragmentation sont constantes et que la résistance des roches augmente :

La forme des fragments est moins cubique;  
Le débit et l'énergie consommée par tonne augmentent;  
La dimension du produit obtenu augmente;  
Les éléments fins diminuent : la fragmentation est plus sélective.

CDU 621.873.

Dod jį t

**Contractors equipment.**

**Tests on a gyratory crusher.** MAMILLAN (M.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Contractors equipment (VII)], 22 p., 29 fig.

The tests performed on a gyratory crusher lead to the following conclusions :

1° A diminution of the rotating velocity of the crushers below the theoretical optimum velocity entails :

An increase of the power consumed per ton;  
A decrease of the output;  
An increase of fines and flat particles.

2° If the reduction ratio is increased :

The fines and the power consumed increase;  
The shape of the fragments is improved;  
The output is reduced.

3° The process of presieving the unsorted material entails the following changes :

The percentage of fines is reduced;  
The product obtained is more selective;  
The output increases;  
The power consumed per ton is decreased.

4° If all the characteristics of the fragmenting mechanism are constant and the rock resistance increases :

The shape of the fragments is less cubical;  
The output and the energy consumed per ton increase;  
The size of the product obtained is larger;  
The fines are decreased : the fragmentation is more selective.

UDC 621.873.



**Recherches du C. S. T. B. en matière de chauffage.** FOURNOL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 7 p.

Le conférencier précise que les recherches du C. S. T. B. ont été principalement orientées au cours de la dernière année vers le comptage de la chaleur dans le chauffage collectif des appartements. Son rôle a consisté à centraliser les solutions proposées par les chercheurs, à les examiner et à les soumettre aux essais, l'intérêt du comptage étant d'ajuster les dépenses de chauffage aux bourses les plus modestes, au détriment même parfois du confort. Le conférencier précise les conditions auxquelles tout comptage doit satisfaire pour être valable. Il définit ce qu'il appelle la plage des écarts de température, prenant comme exemple les immeubles de Melun, pour lesquels il compare les résultats du calcul avec ceux de l'exploitation, il montre que le problème du comptage est, dans sa réalisation pratique, très ardu.

Le conférencier traite ensuite de la question de l'intermittence dans les chauffages d'habitation collective. Comparant expérimentalement deux régimes, dont l'un est presque uniforme et l'autre, correspondant à trois allures de chauffage, épousant les besoins habituels des occupants, il constate une économie voisine de 6 % avec le régime à trois allures, mais avec un confort légèrement moindre, ayant provoqué quelques réclamations individuelles. Il termine en précisant les bases qui conditionnent, dans le chauffage intermittent des collectifs à type lourd, des économies substantielles.

CDU 697 (061.3).

**C. S. T. B. research on heating.** FOURNOL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Technical equipment (XLII)], 7 p.

The lecturer states that C. S. T. B. research during the last year has been chiefly oriented toward metering the heat given out by the central heating of apartments. Its role has consisted in centralizing the solutions proposed by the searchers in examining and testing them, the value of metering being the bringing down the heating expenses to fit the smallest income, sometimes even at the expense of comfort. The lecturer specifies the conditions to which all metering must conform in order to be valid. He defines what he calls the temperature range, the determination of which the meter must make possible, taking as an example the dwellings at Melun, for which he compares the actual with the calculated results. He shows that the metering problem, in its practical applications, is hard to solve.

Then, the lecturer deals with the problems of intermittence in collective dwelling heating. Comparing two sets of conditions experimentally, one of which is nearly uniform and the other corresponds to three forms of heating covering the normal needs of the dwellers, he notes savings of nearly 6 % with the three form condition, but a slightly lesser comfort eliciting a few individual complaints. He concludes by stating the bases which, in the case of heavily-used collective heating, are the condition of substantial savings.

UDC 697 (061.3).

**Études sur la productivité.** TUNZINI (B.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 9 p.

Le conférencier débute son exposé par la définition de la Productivité.

Il expose ensuite les différents facteurs économiques et sociaux de la productivité et en déduit que cette dernière est un pont lancé entre les domaines de l'Économique et du Social.

Il confirme que le progrès social dépend de la production puisque l'amélioration de la productivité crée des richesses partageables et élève le pouvoir d'achat.

Il précise ensuite qu'aux U. S. A. la productivité est un climat et qu'elle s'étend à l'industrie du Bâtiment, et plus particulièrement dans les professions d'équipement. A son avis l'exemple américain montre la nécessité de créer un Groupe de Productivité à l'Union des Chambres Syndicales de Chauffage.

Le conférencier termine son exposé en précisant qu'à la vérité, malgré les expériences mises en lumière par les missions aux U. S. A., la profession, dans sa grande masse, reste insensible ou étrangère à ce problème. Il énumère les avantages immédiats que la profession peut tirer d'un changement de méthodes et donne son avis sur le moment où il sera possible de l'amorcer.

CDU 697 (061.3).

**Productivity investigations.** TUNZINI (B.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Technical equipment (XLII)], 9 p.

The lecturer begins by defining Productivity.

Then he presents the different economic and social factors of productivity and concludes therefrom that productivity is a bridge between the economic and social fields.

He states that social progress depends on production, since higher productivity creates riches which could be shared and increases purchasing power.

Then he states that in the U. S. A., productivity is a climate and that it extends to the building industry and, more particularly, to the equipment branches. In this opinion, the American example shows the need for creating a productivity section within the Chamber of the Heating Industry.

The lecturer finally states that, truthfully speaking, despite the known experience of missions sent to the U. S. A., the profession as a whole remains indifferent or unaware of this problem. He enumerates the immediate advantages which the profession would derive from changing methods and gives his opinion as to when the movement could be launched.

UDC 697 (061.3).

**Études et recherches du Co. S. T. I. C. Compléments aux études déjà parues.** THIN (D.) et CADIERGUES (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 10 p., 6 fig.

Le conférencier indique le cadre général des études énumérées ci-dessous effectuées par le Co. S. T. I. C. et les compléments qui peuvent être apportés à ces études depuis leur date de publication. Ces études concernent : les coefficients de rayonnement des matériaux, le thermomètre à température résultante, la mesure de ventilation, l'utilisation des antigels, la conductibilité thermique des matériaux, les problèmes acoustiques du chauffage et du conditionnement d'air, les limites de température en chauffage, par rayonnement, le calcul des installations de chauffage, la technologie des pompes et leurs conditions d'emploi, le calcul économique des réseaux de chauffage à eau chaude pulsée.

Le conférencier donne en outre quelques indications sur les études et recherches en cours.

CDU 697 (061.3).

**Investigation and research of the Co. S. T. I. C. Complements to investigations already published.** THIN (D.) and CADIERGUES (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Technical equipment (XLII)], 10 p., 6 fig.

The lecturer sketches the general framework of the investigations—listed below—made by the Co. S. T. I. C. and the complements which can be added to them since their date of issue. These investigations deal with : the radiating coefficients of materials, the resulting temperature thermometer, the measurement of ventilation, the use of antifreeze stuffs, the thermal conductivity of materials, the acoustic problems of heating and air conditioning, the temperature limits in radiant heating, the design of heating installations, the technology of pumps and the conditions of their use, the economical design of intermittent forced hot water heating systems.

In addition, the lecturer gives some indications on the investigations and research in progress.

UDC 697 (061.3).



Dic I' cof I **Congrès du chauffage.**

**Compte rendu de visite de quelques laboratoires d'essais américains.** DAWANCE (G.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 6 p., 8 fig.

- a) Matériel utilisé pour les mesures.
- b) Description de quelques chambres d'essais. Ces dispositifs sont capables de réaliser autour d'une pièce des conditions extérieures définies et facilement réglables, en vue d'étudier le comportement des appareils de chauffage les plus divers.
- c) Essais sur habitations. Les conditions extérieures sont celles imposées par la nature. Les maisons sont de construction traditionnelle et équipées de dispositifs de chauffage à étudier, les essais durent un hiver.
- d) Nouveaux dispositifs de chauffage (chauffage solaire).
- e) Utilisation des dispositifs analogiques (hydrauliques et électriques) pour le calcul des installations de chauffage.

CDU 697 (061.3).

Dic I' cof I **Congress for heating.**

**Report on the visit to some American testing laboratories.** DAWANCE (G.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Technical equipment (XLII)], 6 p., 8 fig.

- a) Equipment used for measurements.
- b) Description of certain testing rooms. These devices are capable of creating around a room definite and easily adjusted surrounding conditions, so as to investigate the behavior of the most varied heating apparatus.
- c) Tests on dwellings. The surrounding conditions are the natural ones. The houses are of traditional construction and are equipped with the heating devices to be investigated. The tests last the whole winter.
- d) New heating devices (solar heating).
- e) Use of analogous hydraulic and electrical devices for designing heating plants.

UDC 697 (061.3).

Dic I' cof I **Congrès du chauffage.**

**La mesure de la conductibilité thermique à travers le monde.** PASCAL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 6 p., 17 fig.

La Réunion internationale des Laboratoires (R. I. L. E. M.) a fait une enquête sur les dispositifs de mesure de la conductibilité thermique dans les différents laboratoires mondiaux. L'auteur expose les résultats de cette enquête et classe les différents dispositifs d'après leur principe.

En général, tous les laboratoires préfèrent les méthodes en régime permanent. Les méthodes de mesure en régime variable devront être utilisées de plus en plus afin de connaître la conductibilité thermique vraie des matériaux tels qu'ils se trouvent dans le bâtiment, c'est-à-dire humides.

La R. I. L. E. M. publiera prochainement un projet de norme pour favoriser l'unification mondiale de ces mesures, projet de norme élaboré par les délégués de nombreux laboratoires.

CDU 697 (061.3).

Dic I' cof I **Congress for heating.**

**The measurement of thermal conductivity throughout the world.** PASCAL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Technical equipment (XLII)], 6 p., 17 fig.

The R. I. L. E. M. has conducted an inquiry on devices for measuring thermal conductivity in different laboratories throughout the world. The Author presents the results of this inquiry and classes the different devices according to their principle.

Generally speaking, all the laboratories prefer steady-state methods. The transient state measuring methods ought to be used more and more in order to find out the true thermal conductivity of materials as they are used in construction, i. e. in moist state.

The R. I. L. E. M. will publish soon a tentative standard to promote the world-wide unification of these measurements. That tentative standard is the joint work of delegates from numerous laboratories.

UDC 697 (061.3).

Dic I' cof I **Congrès du chauffage.**

**Chauffage par le sol. Températures superficielles limites.** MARÉCHAL (J.-C.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 5 p., 3 fig.

L'exposé rend compte d'une recherche commencée depuis peu au Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics.

Cette recherche a pour objet la détermination de la température maximum des planchers chauffants admissible pour un confort normal.

Après la présentation des méthodes employées et la description sommaire des dispositifs d'essais et de mesures, l'auteur communique les premiers résultats partiels obtenus.

CDU 697 (061.3).

Dic I' cof I **Congress for heating.**

**Solar heating. Limiting surface temperatures.** MARÉCHAL (J.-C.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Technical equipment (XLII)], 5 p., 3 fig.

The paper presents a research started a short time ago by the Centre expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics.

This research has for its purpose the determination of the maximum temperature of heating ceilings acceptable for normal comfort.

After the presentation of the methods used and the brief description of the testing and measuring devices the Author discloses the preliminary partial results obtained.

UDC 697 (061.3).

Dic I' cof I **Congrès du chauffage.**

**Recherches, études et normalisation du Syndicat des Constructeurs et Constructeurs-Installateurs.** GOENAGA (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 4 p.

L'auteur rappelle l'évolution des syndicats professionnels et leur tendance actuelle à s'intéresser aux recherches techniques d'intérêt général, susceptibles d'aider les entreprises à l'amélioration de la qualité de leurs fabrications.

Il expose dans quelles conditions le Syndicat des Constructeurs de Matériel de Ventilation a constitué des commissions techniques chargées d'établir des règles concernant les principaux matériels fabriqués par ses adhérents.

Après rédaction et après enquête, ces règles sont soumises à l'homologation de l'AFNOR et peuvent éventuellement servir à l'établissement d'une marque de qualité.

A titre d'exemple, l'auteur expose les conditions dans lesquelles ont été établies les règles récentes concernant les ventilateurs.

Il résume ensuite l'état d'avancement des règles concernant les séchoirs, les générateurs à air chaud, les brûleurs automatiques à combustibles solides, les brûleurs automatiques à combustibles liquides, les dépoussiéreurs.

CDU 697 (061.3).

Dic I' cof I **Congress for heating.**

**Research investigation and standardization performed by builders and installers.** GOENAGA (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (December 1953), n° 72 [Technical equipment (XLII)], 4 p.

The Author reviews the evolution of professional societies and their present-day tendency to interest themselves in technical research of general interest, capable of helping the industrial firms to improve the quality of their products.

He shows under what conditions the Society of Ventilation apparatus builders has created technical committees entrusted with the drawing out of rules concerning the main products manufactured by its members.

After they are drawn up and submitted to criticism, these rules are presented for the official approbation of AFNOR and may possibly serve for establishing a quality label.

As an example, the author shows the conditions under which rules were recently established for the ventilators.

Then he summarizes the present state of advancement of the rules related to dryers, liquid-fuel automatic burners and dust collectors.

UDC 697 (061.3).



Dic l' col 1

**Congrès du chauffage.**

**Visite d'installations de chauffage et de conditionnement d'air au Centre Technique Forestier Tropical de Nogent-sur-Marne.** MARCON (Y.) et RELIER (E.); *Ann. I. T. B. T. P., Fr.* (décembre 1953), n° 72 [Équipement technique (XLII)], 5 p., 2 fig.

M. MARCON expose que le Centre Technique Forestier Tropical, construit de 1948 à 1951, est consacré aux recherches techniques sur les bois tropicaux en vue de déterminer les emplois des diverses variétés et les moyens de mise en œuvre. Ces recherches exigent une climatisation particulière des locaux où sont exécutés les essais mécaniques sur le bois et le papier et où l'on maintient en activité les insectes, termites et champignons destructeurs des bois. La pièce destinée aux essais mécaniques est conditionnée à 21° C et 72 % d'humidité. Dans les trois pièces affectées à l'étude des agents d'altération des bois, on entretient des températures variant de 25° C à 27° C et des taux d'humidité tels que l'humidité à l'intérieur des bois soit suivant les cas de 12 % à 20 %.

M. RELIER décrit les locaux du Centre Technique Forestier Tropical, les fonctions à assurer dans le bâtiment, ainsi que les installations, en particulier les chambres à climat européen et à climat tropical. Les climatiseurs comportent des filtres à air, des batteries de refroidissement à eau glacée, des rampes de pulvérisation, des batteries de réchauffage à eau chaude, des batteries de réchauffage électrique.

CDU 697 (061.3).

Dic l' coll

**Congress for heating.**

**Visit of heating and air conditioning installations at the Tropical Wood Technical Center Nogent-sur-Marne.** MARCON (Y.) and RELIER (E.); *Ann. I. T. B. T. P., Fr.* (December 1953), n° 72 [Technical Equipment (XLII)], 5 p., 2 fig.

M. MARCON states that the Tropical Wood Technical Center, built between 1948 and 1951 is devoted to technical research on tropical woods in order to determine the uses of the different varieties and the means of using them. This research requires special conditioning of the premises where the mechanical testing of wood and paper takes place and where the activity of insects, termites and wood destroying mildew is carried on. The room for mechanical testing has its air conditioned at 21° C and 72 % relative moisture. In the three rooms devoted to the investigation on the agents of wood deterioration, the temperature varies from 25° C to 27° C and the relative moisture is maintained at such a percentage that the moisture inside the wood varies from 12 % to 20 % depending on the case.

Mr. RELIER describes the premises of the Tropical Wood Technical Center, the functions provided for in the building and the installations, particularly the chambers with European climate and those with tropical climate. The air conditioning installation includes air filters, iced water cooling batteries, spraying racks, hot water heating batteries, electric heating batteries

UDC 697 (061.3).

Dic l' cof

**Congrès du chauffage.**

**Visite d'installations de chauffage et de conditionnement d'air à l'Aéroport du Bourget.** ARTIGUE (J.), DESPLANCHES (A.), DE SAINT-MARTIN (R.) et TUNZINI (B.); *Ann. I. T. B. T. P., Fr.* (décembre 1953), n° 72 [Équipement Technique (XLII)], 5 p., 2 fig.

La visite débute par un exposé de M. ARTIGUE, chargé des travaux de l'aéroport définissant les différents besoins de chauffage et de conditionnement à satisfaire dans les différentes parties de l'aéroport et plus particulièrement dans la tour de contrôle. Cet exposé est suivi de celui de M. DESPLANCHES, qui a été chargé de réaliser les installations de la tour de contrôle. Les difficultés particulières que soulève une telle réalisation sont mises en relief, tant au point de vue du chauffage qu'au point de vue du conditionnement de jour et de nuit.

M. DE SAINT-MARTIN précise ensuite les particularités de la centrale à eau surchauffée destinée à satisfaire aux différents besoins calorifiques de la tour de contrôle ainsi que de ceux des différents hangars d'aviation et des divers ateliers.

CDU 697 (061.3).

Dic l' cof

**Congress for heating.**

**Visit of heating and air-conditioning installations at le Bourget.** ARTIGUE (J.), DESPLANCHES (A.), DE SAINT-MARTIN (R.) and TUNZINI (B.); *Ann. I. T. B. T. P., Fr.* (December 1953), n° 72 [Technical Equipment (XLII)], 5 p., 2 fig.

The visit begins with an address by Mr ARTIGUE, in charge of the works at Bourget airport, stating the various heating and air-conditioning requirements in the different parts of the airport, particularly in the control tower. This address is followed by that of Mr DESPLANCHES, who is in charge of the control tower installations. The special difficulties presented by such an installation are developed, both from the point of view of heating and that of day and night air-conditioning.

Mr DE SAINT-MARTIN then describes the special features of the superheated water plant for the various heating requirements of the control tower as well as those of the different hangars and shops.

UDC 697 (061.3).

Fib naj t

**Barrages.**

**Le barrage de Tignes.** LIGOUZAT (A.); *Ann. I. T. B. T. P., Fr.* (décembre 1953), n° 72 [Travaux publics (XXV)], 24 p., 22 fig.

Le barrage de Tignes (dont un film a retracé les phases de construction) a une hauteur de 180 m et son plan d'eau se trouve à l'altitude de 1 790 m. Il comporte 630 000 m<sup>3</sup> de béton et la capacité du barrage est de 235 millions de mètres cubes d'eau. Les agrégats du béton sont extraits par concassage d'une carrière calcaire. Les gros bétons sont à maille carrée de 200 mm et les petits bétons à maille carrée de 100 mm. Ils comportent un surdosage en parement et l'emploi d'un entraîneur d'air et de la pervibration. Le contrôle de la qualité du béton a été assuré par deux prélèvements journaliers d'éprouvettes cylindriques et prismatiques.

CDU 627.8.

Fib naj t

**Dam.**

**The Tignes dam.** LIGOUZAT (A.); *Ann. I. T. B. T. P., Fr.* (December 1953), n° 72 [Public works (XXV)], 24 p., 22 fig.

The Tignes dam (whose various construction stages have been filmed) is 180 meters high and the water level in its reservoir is at the altitude of 1 790 meters. It required the pouring of 630 000 cu. meters of concrete, and the capacity of its reservoir is 235 million cu. meters. The concrete is made of crushed calcareous aggregates. The coarser mass concrete includes aggregates retained on a 200 mm (8 inch) mesh sieve while the aggregates of the finer mass concrete are retained on a 100 mm (4 inch) mesh sieve. The cement proportion is higher at the facing and use has been made of an air-entraining agent and internal vibration. The concrete quality control has been ensured by two daily samplings of cylindrical and prismatic test specimens.

UDC 627.8.

(Reproduction interdite.)



## ADDITIF

AU NUMÉRO 71 DES ANNALES DE NOVEMBRE 1953

R. RABET,

### CHAUDIÈRES AUTOMATIQUES MODERNES DE CHAUFFAGE CENTRAL AUX COMBUSTIBLES SOLIDES

*Pour répondre au désir de plusieurs de nos adhérents, nous avons demandé à M. RABET de nous fixer sur la hauteur totale des foyers, y compris trémie, correspondant aux différentes puissances prévues pour chacun des appareils mentionnés dans sa conférence.*

*Ces renseignements font l'objet du tableau ci-dessous :*

FIG. 1, 2, 3.....	de 1,20 m à 2,30 m	FIG. 22, 23.....	de 1,20 m à 2,20 m
FIG. 4, 5, 6.....	de 1,40 m à 2 m	FIG. 24, 25.....	de 0,80 m à 1,10 m
FIG. 7.....	de 1,20 m à 2 m	FIG. 26, 27.....	de 2 m à 3 m
FIG. 8, 9.....	de 1,40 m à 2 m	FIG. 28.....	de 2 m à 3,50 m
FIG. 13.....	de 1,20 m à 2,30 m	FIG. 30.....	de 2 m à 3,50 m
FIG. 21.....	de 1 m à 1,30 m		

*Par suite, il n'y a pas lieu de tenir compte du personnage représenté sur chacune des figures.*

*Cette feuille est à détacher et à encarter dans le numéro de novembre 1953 des ANNALES, page 1032.*

## TÉLÉPHONE

□

Pour les ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS;

L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

et LA DOCUMENTATION TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

19, rue La Pérouse, PARIS-XVI.

Veuillez appeler : KLÉBER 48-20 (Numéro définitif)







# ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

REVUE MENSUELLE

Éditée par LA DOCUMENTATION TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

Société à responsabilité limitée au capital de 609 000 F.

19, rue La Pérouse, PARIS-XVI<sup>e</sup> — Tél. : KLÉber 48-20

Compte Chèques Postaux Paris 8524-12

	FRANCE ET FRANCE D'OUTRE-MER	ÉTRANGER
Abonnement annuel.....	8 000 F	8 500 F
Par abonnement supplémentaire.....	4 000 F	4 500 F

## SOMMAIRE

- A. SCHMID, **Les aménagements de l'écluse Saint-Pierre sur le canal de Donzère-Mondragon.** Pages. 1119  
Série : Construction métallique (XIV).

- M. MAMILLAN, **Essais sur un concasseur giratoire.** 1135  
Série : Matériel de chantier (VII).

JOURNÉES INTERNATIONALES DE CHAUFFAGE, VENTILATION, CONDITIONNEMENT DE L'AIR 1953

- Études et recherches françaises sur le chauffage, la ventilation et le conditionnement de l'air.** 1157

Communications de MM. A. FOURNOL, B. TUNZINI, R. CADIERGUES et D. THIN, G. DAWANCE, A. PASCAL, J.-C. MARÉCHAL, R. GOENAGA.

- Visites d'installations de chauffage et de conditionnement de l'air au Centre Technique Forestier Tropical de Nogent-sur-Marne et à l'Aéroport du Bourget.**

Communications de MM. Y. MARCON, E. RELIER, J. ARTIGUE, A. DESPLANCHES, R. de SAINT-MARTIN.

Série : Équipement technique (XLII).

- A. LIGOUZAT, **Le barrage de Tignes.** 1219  
Série : Travaux publics (XXV).

- Documentation technique réunie en septembre 1953.** 1243  
Documentation technique (LXX).

- Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nouvelle série. Tables systématique et par noms d'auteurs des articles parus en 1953.** 1263  
Hors série (VI).







# ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

DÉCEMBRE 1953

Sixième Année, N° 72.

Série : CONSTRUCTION MÉTALLIQUE (XIV).

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SÉANCE DU 20 JANVIER 1953

Sous la présidence de **M. PELTIER**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées,  
Directeur des Ports maritimes et des voies navigables au Ministère des Travaux Publics.

## LES AMÉNAGEMENTS DE L'ÉCLUSE SAINT-PIERRE SUR LE CANAL DE DONZÈRE-MONDRAGON

Par **M. A. SCHMID**, Ingénieur E. C. P.

### RÉSUMÉ

Après un commentaire du Président sur le développement de la navigation intérieure et sur l'avenir de la vallée du Rhône et de la liaison Rhône-Rhin, le conférencier traite de l'équipement de l'écluse Saint-Pierre comportant les deux portes amont et aval et les dispositifs de protection.

La porte aval, chargée de 26 m d'eau et exigeant un tirant d'air de 7 m, a 12 m de largeur et 14,50 m de hauteur; elle est levante et s'efface derrière un masque supérieur en béton armé. Elle est réalisée en voile tendu circulaire, par des viroles assemblées sur chantier par soudage.

La porte amont est réalisée en voile comprimé convexe vers l'amont; elle est baissante et s'efface devant le mur de chute.

La protection est assurée par des lisses en chêne et par des câbles tendus en travers de l'écluse qui s'escamotent en plongeant jusqu'au radier. L'ensemble est commandé d'une cabine de manœuvre.

### SUMMARY

After some comments by the chairman on the development of inland navigation and on the future of the Rhone valley and the Rhone-Rhine connection, the lecturer deals with the equipment of the Saint-Pierre lock including the two upstream and downstream gates and the safety devices.

The downstream gate which works against a water head of 26 meters and necessitates an air draft of 7 meters is 12 m wide and 14,50 m high. It is of the lifting type and recedes behind an upper reinforced concrete screen. It is constructed as a thin circular shell in tension, of boiler plates assembled on the site by welding.

The upstream gate is constructed as a thin shell in compression turning the convex face upstream. It drops and recedes behind the weir.

Protection is assured by oaken rails and by cables stretched across the lock, which recede when dropping to the invert. The whole is controlled from a cabin.

*Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.*

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS  
ASSOCIATION FRANÇAISE DES PONTS ET CHARPENTES



## AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

La plupart d'entre vous connaissent M. Schmid, Président-Directeur Général de l'Entreprise Schmid, Bruneton et Morin. Il me paraît néanmoins opportun de vous rappeler les importantes réalisations de la Société que dirige M. Schmid et auxquelles il a pris une part considérable depuis 1919, date à laquelle, après avoir fait, à sa sortie de l'École Centrale de Paris, toute la guerre 1914-1918, il s'est consacré à la construction métallique.

Il me faudrait trop de temps pour vous citer tous les grands travaux exécutés par M. Schmid. Je rappellerai néanmoins, parmi les œuvres les plus importantes et les plus récentes, le hall du quai de tête de la gare de l'Est, le pont de Joncherolles, en treillis soudé avec de l'acier 54, réalisé en collaboration avec M. Cambournac, en 1938; le pont d'Argenteuil avec ses trois arches en acier 54 rivé; les vannes-toits du barrage de Poses sur la Seine; le garage de Merlebach des Houillères de Sarre et Moselle, comportant des poutres à béquilles de 72 m de longueur, avec un appui sur pendule au centre; de nombreux ponts reconstruits après la guerre 1939-1945, notamment, le pont Corneille sur la Seine à Rouen, pont soudé construit en participation avec les Entreprises Métropolitaines et Coloniales, pont dont vous avez entendu parler ici même, il y a quelques mois et enfin la mise en place, par flottaison, des éléments du pont en béton armé de Saint-Jean-de-Losne.

La dernière réalisation remarquable des Établissements Schmid, Bruneton et Morin est celle des portes de l'écluse de Donzère-Mondragon et, notamment, de la porte aval en voile tendu, réalisée suivant la conception de M. le Président Caquot, déjà appliquée avant la guerre à Saint-Nazaire aux Chantiers de la Loire.

Mais avant de donner la parole à M. Schmid, je crois utile de répondre par avance aux questions que certains d'entre vous pourraient se poser en sortant d'ici. Certes, penseront-ils, il s'agit de belles réalisations, mais pourquoi y a-t-il encore une navigation intérieure en France et pourquoi faut-il faire à son sujet des dépenses d'investissements sur le Rhône ?

Si j'ai songé à vous entretenir de ces deux questions, c'est parce que, depuis quelques temps, certaines critiques ont été publiquement formulées au sujet de l'aménagement du Rhône pour la navigation. On a même présenté les dépenses faites pour cet aménagement, et notamment pour la construction de l'écluse de Donzère comme un exemple typique d'investissements inutiles.

Pourquoi tout d'abord s'intéresser à la navigation intérieure, moyen de transport considéré parfois, mais seulement en France, comme périmé ? Je pourrais vous apporter de multiples justifications à ce sujet en prenant des exemples à l'étranger et en citant, notamment, l'important canal Don-Volga, récemment inauguré par l'U. R. S. S. qui n'a pas cessé de poursuivre, depuis de longues années, les travaux d'aménagement de ses

voies d'eau intérieures. Je pourrais mentionner l'Allemagne qui, malgré ses ruines résultant de la guerre, a repris dès 1947 les travaux interrompus par les hostilités de construction d'un canal à grande section reliant le Rhin au Danube. Mention pourrait être faite également de la Hollande qui, malgré sa situation difficile, a terminé en 1952 le canal d'Amsterdam au Rhin, accessible aux chalands de 4 000 t, et de la Belgique qui poursuit, avec une ténacité inlassable, après avoir remis en état après 1945, le canal Albert accessible aux chalands de 2 000 t, l'aménagement de ses principales voies d'eau pour les chalands de 600 ou 1 350 t. Je pourrais enfin citer les États-Unis d'Amérique où le trafic des voies de navigation intérieure, non compris les grands lacs, est passé d'environ 15 milliards de tonnes kilométriques en 1931 à 83 milliards en 1950, soit plus du double pour la même année du tonnage kilométrique de l'ensemble des chemins de fer français.

La France n'a pas d'exemples aussi brillants à citer; néanmoins, si paradoxale que la chose puisse paraître, c'est encore en France qu'a été apportée la démonstration la plus indiscutable de l'utilité économique des voies d'eau. Dans les pays que je viens de citer, en effet, les voies navigables ont été et sont au premier plan des préoccupations des Pouvoirs Publics. Il n'en est pas de même chez nous où, non seulement depuis cinquante ans les réalisations nouvelles sont en petit nombre et de faible importance mais où, par surcroît, on a négligé l'entretien des voies navigables. On a ainsi oublié, comme en beaucoup d'autres domaines du reste, alors qu'on parle fréquemment de la rentabilité des dépenses de premier établissement, que les dépenses les plus rentables sont tout d'abord celles qui tendent à la conservation du patrimoine existant. Si donc les voies d'eau ne répondaient pas à une utilité économique certaine, le régime qu'elles ont subi en France depuis une cinquantaine d'années aurait entraîné leur disparition.

Or, le trafic des voies d'eau françaises est passé de 20 millions de tonnes en 1880, à 45 millions de tonnes en 1938, après un maximum de 53 millions de tonnes en 1930. Le trafic, tombé à 12 millions de tonnes en 1944, à la suite des destructions de guerre, n'a cessé depuis de progresser pour atteindre, en 1950, 42 500 000 t et, en 1952, environ 50 millions de tonnes. Le tonnage transporté sur les voies d'eau est ainsi égal à environ 28 % du tonnage transporté sur les voies ferrées, alors que la longueur du réseau navigable représente seulement 20,6 % de la longueur de nos voies ferrées.

Je pense ainsi avoir répondu à la première question que j'ai posée : pourquoi des voies d'eau ?

J'en arrive maintenant à la seconde question : pourquoi naviguer sur le Rhône ? Je répondrai tout d'abord que les navigateurs rhodaniens, qui ont joué dans le passé un rôle considérable, fortement diminué depuis la création des chemins de fer, n'ont pas cessé d'utiliser



leur fleuve et de perfectionner leur matériel. Au surplus, lorsque la loi du 27 mai 1921 a approuvé le programme des travaux d'aménagement du Rhône, de la frontière suisse à la mer, elle a explicitement précisé que cet aménagement serait réalisé, notamment, au point de vue de la navigation. Par conséquent, la Compagnie Nationale du Rhône, concessionnaire de l'aménagement du fleuve, non seulement n'a pas qualité pour supprimer la navigation, mais encore doit l'améliorer. On concevrait mal du reste que sur les trois grands fleuves de l'Europe de l'Ouest, le Rhône, le Danube et le Rhin, un seul, celui qui est français sur la plus grande partie de son parcours, soit fermé aux bateaux. La France, elle-même, consent, lorsqu'elle aménage des chutes sur le Rhin, entre Strasbourg et Bâle, des sacrifices beaucoup plus importants que ceux qu'elle fait pour la navigation sur le Rhône. Vous rappellerai-je, en effet, que pour la dernière chute réalisée sur le Rhin, à Ottmarsheim, on a construit deux écluses de 185 m de longueur, ayant respectivement 12 et 23 m de largeur, alors que l'on s'est contenté à Donzère d'une seule écluse de 195 m de longueur sur 12 m de largeur ?

Or, le trafic des écluses d'Ottmarsheim, comme de celles de Kembs, comme de toutes celles qui seront réalisées entre Bâle et Strasbourg, est uniquement à destination et en provenance d'un port étranger, celui de Bâle.

Mais, direz-vous, le trafic du Rhône entre Lyon et la mer n'est en rien comparable à celui du Rhin entre Strasbourg et Bâle. J'en conviens, le trafic du Rhône est actuellement de l'ordre de 800 000 t, alors que celui du

Rhin, entre Strasbourg et Bâle, dépasse 3 500 000 t. Mais je rappellerai que c'est seulement en 1936, soit plusieurs années après la mise en service du canal de Kembs, premier élément du canal d'Alsace, que le trafic du Rhin, entre Strasbourg et Bâle a, pour la première fois, dépassé le trafic actuel du Rhône.

Je pourrais, si je n'étais limité par le temps, vous en dire beaucoup plus, en particulier sur l'avenir de la vallée du Rhône et revoir avec vous, en vous apportant des précisions et des corrections, les nombreux chiffres cités publiquement ces temps derniers, au sujet des dépenses d'aménagement du Rhône. Je me bornerai à indiquer que la fermeture du Rhône à la navigation nécessiterait une loi modifiant celle de 1921 rappelée précédemment. Je ne pense pas, pour autant que des prévisions soient possibles en ce domaine, qu'il se trouve un Parlement français pour statuer dans ce sens.

Une telle décision serait particulièrement surprenante si l'on veut bien tenir compte de ce qui se fait chez nos voisins, qui ne cessent par ailleurs de s'intéresser à la liaison Rhône-Rhin, et si l'on songe que, du fait de l'édification de l'Europe, on s'achemine, sans aucun doute, vers une sensible augmentation du volume des transports intérieurs européens.

Telles sont les indications, peut-être un peu longues, qu'il m'a paru indispensable de vous donner, afin qu'en sortant d'ici, vous n'emportiez pas, en même temps que les éléments de la belle réalisation technique dont va vous entretenir M. Schmid, l'impression d'une utilité insuffisante de cette réalisation.

Je donne maintenant la parole à M. Schmid.

## EXPOSÉ DE M. SCHMID

Je vais vous entretenir de l'équipement que notre Société a exécuté pour l'aménagement de l'écluse de Saint-Pierre sur le canal de Donzère-Mondragon, équipement que M. Delattre, Directeur Général de la C. N. R. a bien voulu nous confier.

L'étude en a été menée à bien sous la haute direction de M. Henry, Directeur des Études de la C. N. R.

Cet équipement se compose des deux portes amont et aval, des dispositifs de protection des portes et des batardeaux. Cette écluse permet de franchir la chute de 26 m créée par le barrage de l'usine André Blondel. Elle a posé deux problèmes principaux :

— Celui de la porte aval pouvant recevoir la charge de 26 m d'eau ;

— Et celui des dispositifs de protection des portes aval et amont.

Pour la porte aval de 12 m de largeur, il était demandé un tirant d'air minimum de 7 m sur les plus hautes eaux navigables, soit 36,50.

Deux solutions étaient possibles :

— Celle de deux vantaux busqués de 31 m hauteur du radier niveau 29 au niveau 60 des bajoyers ;

— Ou celle d'une porte de 14,50 m du niveau du radier de l'écluse 29 au niveau supérieur du tirant d'air demandé  $36,50 + 7 = 43,50$  surmonté d'un masque du niveau 43,50 à 60 niveau des bajoyers.

La solution à vantaux busqués à grande hauteur est naturellement plus onéreuse de par sa surface.

De plus, la manœuvre des vantaux avant que l'égalité des niveaux soit établie de part et d'autre, nécessite des efforts considérables demandant aux vantaux une grande résistance à la torsion, car ces efforts de manœuvre sont appliqués au sommet de la porte, à moins d'admettre d'immerger dans le sas plein les organes de manœuvre, ce qui peut présenter des inconvénients.

Dans la solution avec masque, l'ouverture de  $12 \times 14,50$  pouvait être obturée par une porte pivotante avec les mêmes inconvénients que précédemment pour la porte busquée, ou par une porte levante qui, elle, permet facilement des manœuvres avec dénivellation entre les niveaux amont et aval.

La porte levante, elle, peut être du type classique, c'est-à-dire plane, travaillant en flexion sous la pression amont, mais en voûte circulaire tendue, proposée par M. Caquot ; elle est infiniment plus légère. Cette der-



nière solution, déjà appliquée à Saint-Nazaire en 1937, a été retenue par la C. N. R. (1).

L'accrochage d'une telle porte peut se faire par simple crochet, ce qui a pour inconvénient de créer des efforts d'extension dans les maçonneries, efforts auxquels il est

possible de remédier par précontrainte, ou mieux par une disposition brevetée consistant en un prolongement de la porte vers l'amont. Les efforts dans la porte s'exerçant suivant la tangente peuvent alors, par des boutons, être dirigés vers l'intérieur des maçonneries, l'étanchéité verticale étant située à l'extrémité de ce prolongement (fig. 1).

Par les boutons ou consoles d'appui, la poussée s'exerce tout au long de deux lisses verticales. En conséquence, le tablier de la porte est constitué par une série des viroles en tôle de 12 renforcé par des nervures à écartement progressif de bas en haut de 0,73 à 0,86, chaque nervure étant constituée par deux plats superposés (400/10 et 250/16) soudés sur le bordé, une âme de 330/9 et une semelle d'extrados de 250/16, chaque virole ne comportant qu'un joint vertical à la clé de la voûte; ce joint est soudé afin d'éviter la déduction des trous de rivets, ce qui conduirait à renforcer la tôle sur toute sa longueur. A chaque nervure, correspond une console d'appui en tôle de 25 bordée d'une semelle de 250 x 40. Chaque console transmet environ 135 t.

Toutes les consoles d'appui sont réunies par un montant vertical portant lui-même la lisse d'appui en bronze de 70 x 45. L'extrados des nervures est contreventé. Le masque derrière lequel la porte s'élèvera est naturellement lui-même cylindrique (fig. 2).

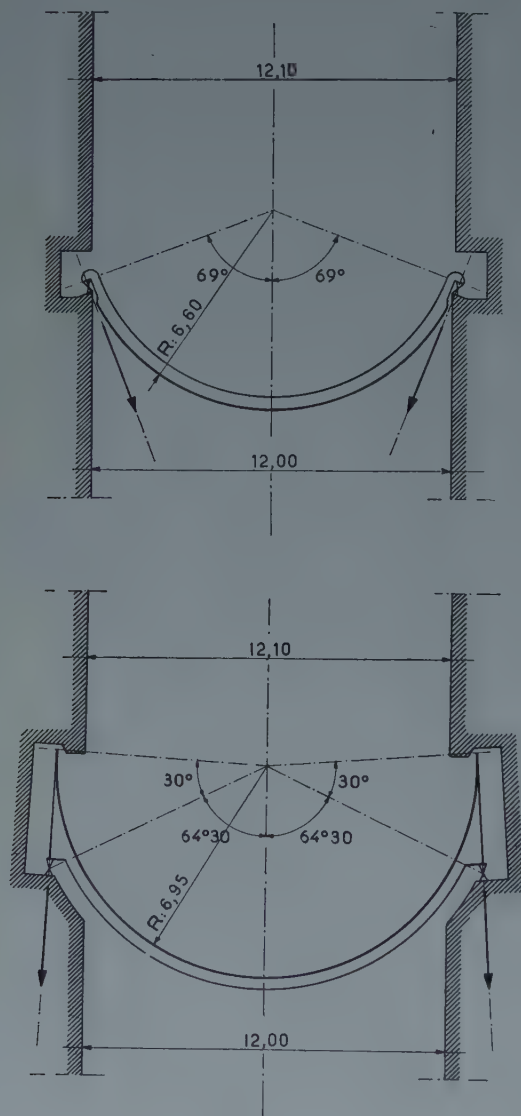
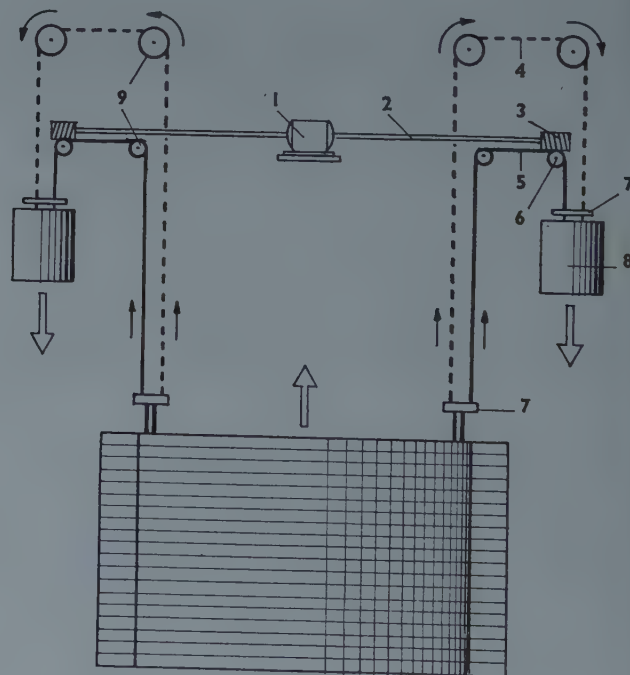


FIG. 1. — Porte aval en voûte tendue.

(1) Cette conception avait été envisagée par M. J. Mesnager en 1926-1927 pour le barrage de Cize-Bolozon sur l'Ain. Elle ne fut pas réalisée par suite, notamment, des difficultés de descentes des vannes sous la poussée de l'eau, étant donné leur extrême légèreté.

Deux solutions en voûte comprimée (en béton armé et en métal) furent également étudiées, mais non réalisées. Seuls les batardeaux furent exécutés en voûte circulaire comprimée.

Après diverses études de portes d'écluses en voûte tendue, M. Mesnager a réalisé, à Rivière-sur-Tarn en fin 1948, une vanne en voûte comprimée à double corps en béton armé de 17,80 m de hauteur et 10 m d'ouverture, ainsi que des batardeaux également en voûte comprimée.



- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| 1. Moteur électrique;            | 6. Treuil;      |
| 2. Arbre de synchronisation;     | 7. Palonnier.   |
| 3. Réducteur et renvoi d'angle;  | 8. Contrepoids; |
| 4. Câbles de soutien (quatre);   | 9. Renvoi;      |
| 5. Chaînes de manœuvre (quatre); | — Câbles;       |
|                                  | - - - Chaînes.  |

FIG. 2 a. — Porte levante aval. Détail.



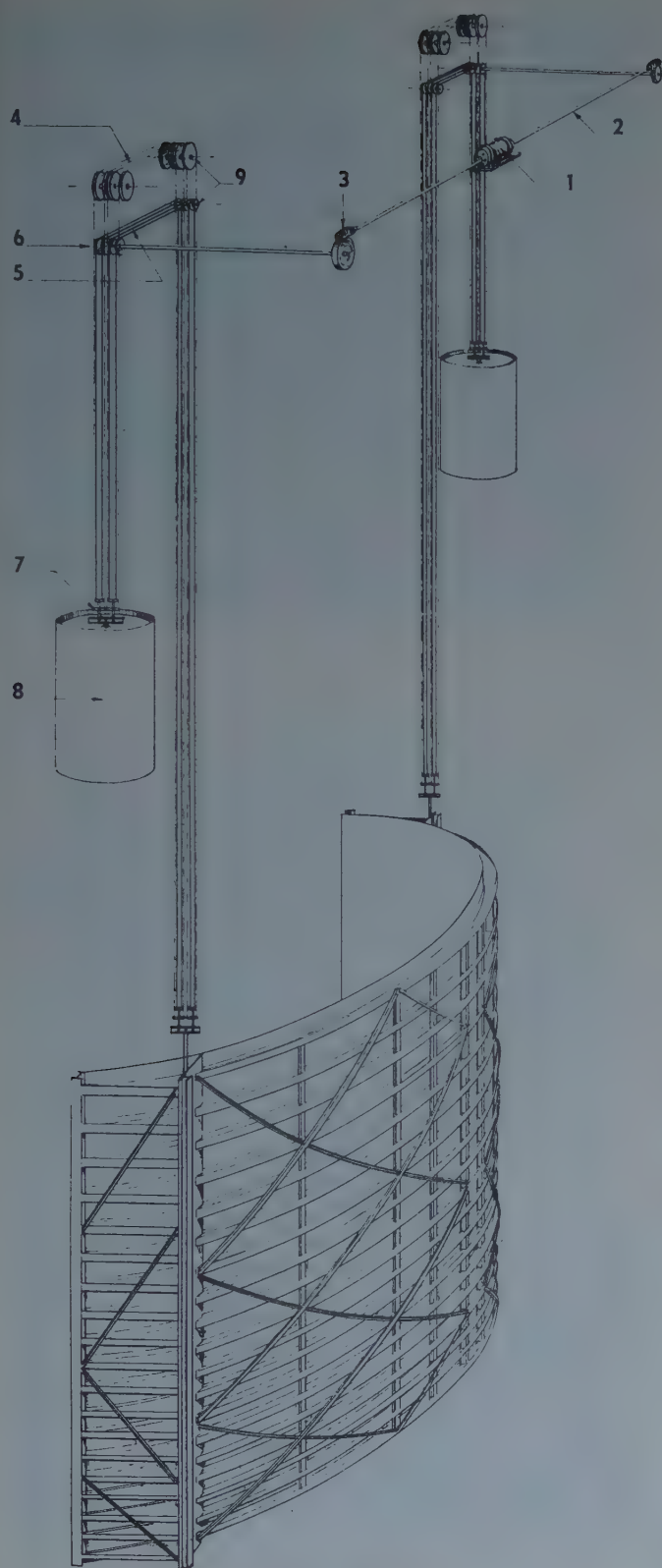


Fig. 2 b. Ensemble.

En charge, un tel tablier se comporte comme une portion de conduite forcée régulièrement tendue dans toutes ses sections ; sa forme stable est la circonférence.

A la mise en charge, ses lisses d'appui deviennent fixes par suite de la pression qui s'y exerce : 185 t au mètre linéaire dans la partie basse. La déformation du tablier n'est donc plus libre et il y a lieu d'en tenir compte comme d'ailleurs du moment causé par la partie de porte située à l'amont des lisses d'appui qui donne un moment équilibré d'ailleurs par le moment donné par la tension dans le bordé et sa distance à la lisse d'appui.

De même, il y a lieu de calculer les conséquences des différences de température possibles entre l'eau du sas et la face aval des nervures exposée au soleil dans le cas de l'écluse Saint-Pierre. Étant donné la souplesse relativement grande d'un tel tablier, les contraintes résultant des causes précitées sont relativement faibles, 213 kg/cm<sup>2</sup>, dans les hypothèses les plus défavorables, contre 822 kg/cm<sup>2</sup> pour les efforts de tension dus à la charge d'eau.

Il a été également tenu compte du choc éventuel d'un bateau sur la porte. Un remorqueur de 500 t peut heurter la porte avec une vitesse de 0,40 m par seconde sans causer de déformation permanente.

Dans tous les cas, le système est stable. Il tend à revenir à sa forme initiale quand la cause perturbatrice disparaît.

La porte est suspendue sensiblement au droit de son centre de gravité. Pour faciliter la manœuvre en évitant les frottements et pour permettre la levée de la porte alors qu'il existe encore une dénivellation importante entre le sas et l'aval (dénivellation pouvant atteindre 1,30 m) la lisse d'appui en bronze est coupée pour l'interposition sur chacun des côtés de huit galets élastiques donnant chacun un effort de décollement de 4 t. Ces galets, montés sur excentriques et actionnés par une barre de torsion, roulent sur le rail d'appui scellé dans les bajoyers.

Pendant les mouvements verticaux de la porte, le guidage latéral est réalisé par des galets à axe horizontal parallèle au grand axe de l'écluse et portant sur les faces latérales du rail d'appui. De plus, les extrémités amont de la porte sont guidées par des galets à axes parallèles aux précédents et roulent à l'intérieur d'un U de 250 scellé dans les bajoyers. En principe, par suite des jeux ménagés, seuls les premiers galets interviennent.

Pour supporter les efforts horizontaux dus au vent, les montants constituant les extrémités amont de la porte sont munis de galets à axe horizontal perpendiculaire au grand axe de l'écluse, roulant sur l'âme des U 250 cités précédemment. Ces galets serviraient également en contre-butée au cas où le fonctionnement des déchargeurs de l'usine créerait, dans certaines conditions et d'après les essais en laboratoire, une élévation du niveau aval de 4,75 m et qu'alors, le sas étant vide et la porte fermée, celle-ci subirait une charge inverse qui l'appuierait sur ses extrémités amont.

Dans cette hypothèse, la porte travaillant en voûte comprimée peut, malgré sa souplesse, supporter faci-



lement, sans risque de flambage, la dénivellation de 4,75 m. Mais les U de guidage d'amont ont dû être renforcés localement pour une meilleure répartition dans les maçonneries de cette charge éventuelle concentrée à la hauteur des galets de contre-butée.

Afin de diminuer la force motrice nécessaire à la manœuvre, l'ensemble du tablier, dont le poids est de 160 t, est équilibré par deux contrepoids en béton.

Le système de suspension reliant la porte aux contrepoids est double; il est constitué de chaque côté par quatre câbles métalliques de  $\varnothing$  33 et par quatre chaînes Galle actionnées par un treuil. Les câbles ont chacun une charge de rupture de 60 t et les chaînes de 100 t, soit donc un effort total de rupture de 1 280 t. Chaînes et câbles sont réunis par palonnier et ressort compensateurs à la porte et aux contrepoids; ils passent sur des poulies de renvoi à l'aplomb de la porte et des contrepoids. Celles des câbles sont portées par un levier dont le désaxement permet par inclinaison, le réglage de la longueur du câble par rapport à celle de la chaîne.

Un moteur central unique de 60 ch commande les deux treuils par deux réducteurs à vis situés aux deux angles de la transmission. Ce moteur, du type à calage, dont la vitesse est inversement proportionnelle à l'effort, assure des démarrages progressifs.

Pour obtenir une position précise de la porte à la fermeture, celle-ci se fait en deux temps : un arrêt préliminaire puis une reprise très courte. Pour la position haute de la porte, un interrupteur à courant total double l'interrupteur de fin de course du treuil.

L'ensemble des mécanismes a été réalisé par les Ateliers Coupe-Hugot.

La construction en atelier du tablier s'est faite sur mannequin, tous les joints à river, joints horizontaux des viroles entre elles et les assemblages du montant vertical d'appui et des nervures, étant alésés pendant ce montage qui comportait également la soudure de tous les plats renfort du bordé et la soudure sur ces plats renfort des nervures préalablement constituées (fig. 3).



Photo Chevojon.

FIG. 3. — Construction en atelier des nervures horizontales.

La porte de 14,50 m de hauteur a donc été expédiée en 18 demi-viroles de 11 m environ de longueur et de 1,71 à 2,065 m de hauteur, chaque élément pesant au maximum 8 t.

Sur le chantier de montage, après pose et réglage soigné du seuil cintré constitué par une poutrelle de 300, scellée dans un béton deuxième phase du radier, les demi-viroles sont montées successivement, le joint vertical central étant réservé, et les pièces fixes étant provisoirement fixées à la partie mobile, leur scellement n'intervenant que dans une deuxième phase de bétonnage des bajoyers. Ceci afin d'assurer une bonne concordance des parties mobiles et des parties fixes (fig. 4, 5, 6, 7).

Le joint vertical central a d'abord été réalisé par la soudure verticale bout à bout, simultanément sur chaque face, des tôles de bordé de chaque demi-virole. Ceci afin de limiter les tensions internes dues au soudage. Cette soudure a été vérifiée aux rayons X. Des éclisses horizontales perpendiculaires au plan du bordé ont été réunies par des cordons d'angle les plats renfort de bordé et le bordé lui-même (fig. 8); puis les nervures ont été reliées par une pièce formant claveau dont les trous d'assemblage ont été alésés après montage. De cette manière, les risques de tensions internes dus au soudage ont été limités à ceux très faibles provenant du soudage bout à bout de la tôle de bordé, les cordons d'angle des éclisses horizontales ne pouvant donner lieu à aucune tension interne dangereuse dans les plats renfort de bordé, et la réunion des nervures se faisant

Montage de la porte aval (fig. 4 à 7).



FIG. 4.



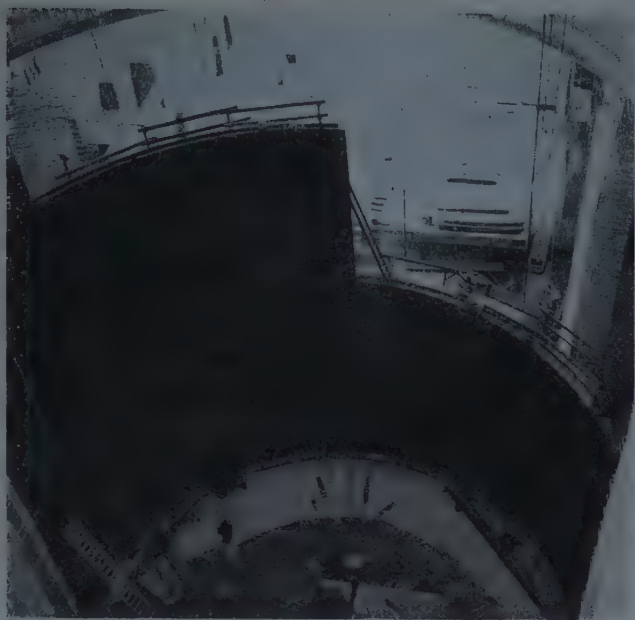


FIG. 5.



FIG. 6.



FIG. 7.

par rivure après alésage, aucune contrainte ne peut y prendre naissance par l'assemblage de la pièce formant claveau.

Les guidages fixes correspondant à la position haute

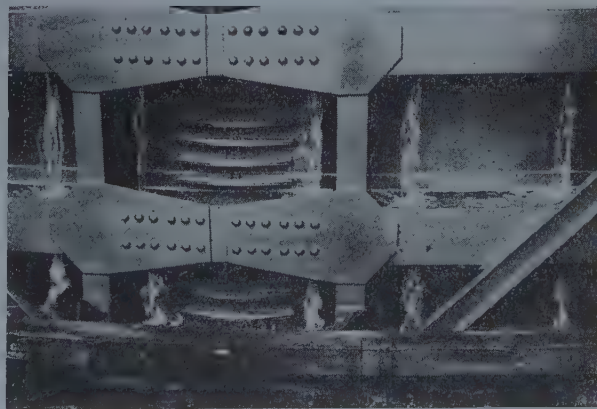


FIG. 8. — Éclisses réunissant les plats renfort de bordé et le bordé lui-même.



de la porte ont, eux, été alignés en prolongement aussi précis que possible de leur partie inférieure.

Ces différentes dispositions ont permis de reconstituer un ensemble aux dimensions correctes.

Le masque cylindrique en béton situé à l'amont de la porte comporte des armatures tendues qui sont ancrées en amont dans le bajoyer. Il a paru prudent, à la partie inférieure, de réduire son épaisseur afin qu'un bateau qui se serait déplacé dans le sas puisse, à la montée de l'eau, s'accrocher sous la saillie du masque; ce qui a amené à constituer la partie inférieure du masque ainsi amincie par une tôle cylindrique verticale sur l'aval du masque (fig. 9) et un raccordement conique sur

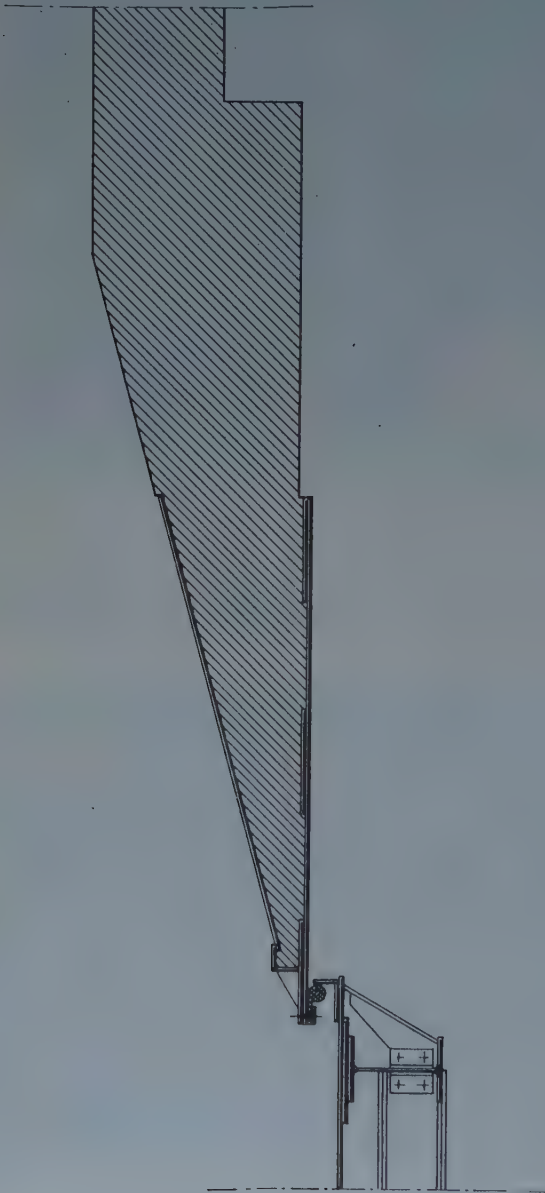


FIG. 9. — Coupe de la partie inférieure du masque.

la face amont. La tôle cylindrique a été rattachée par soudure aux armatures longitudinales des bajoyers (fig. 10).

Afin de corriger les imperfections de forme du masque en béton, la mise en place de ce couteau du masque a été faite par rapport à la porte déjà montée permettant ainsi de réaliser facilement un bon réglage des étanchéités. Celles-ci sont constituées sur le seuil par une cornière caoutchouc et sur les côtés verticaux et la partie transversale supérieure par un joint caoutchouc en forme de note de musique fixé aux parties fixes, appliqué sur la porte par la pression et se relevant de lui-même par élasticité pendant les manœuvres, donc ne frottant pas alors sur les parties mobiles.

La nervure inférieure de la porte forme chéneau pour recueillir les eaux ruisselant à travers les nervures perforées et les rejeter sur les côtés.

Sur l'intrados de la porte, un U de 300 forme également chéneau pour recueillir les eaux ruisselant sur le masque et l'intrados de la porte.

Pendant l'assemblage de la porte, les contrepoids en béton ont été coulés dans leur position haute étant calés sur des poutrelles spéciales reposant dans des encoches des puits de contrepoids.

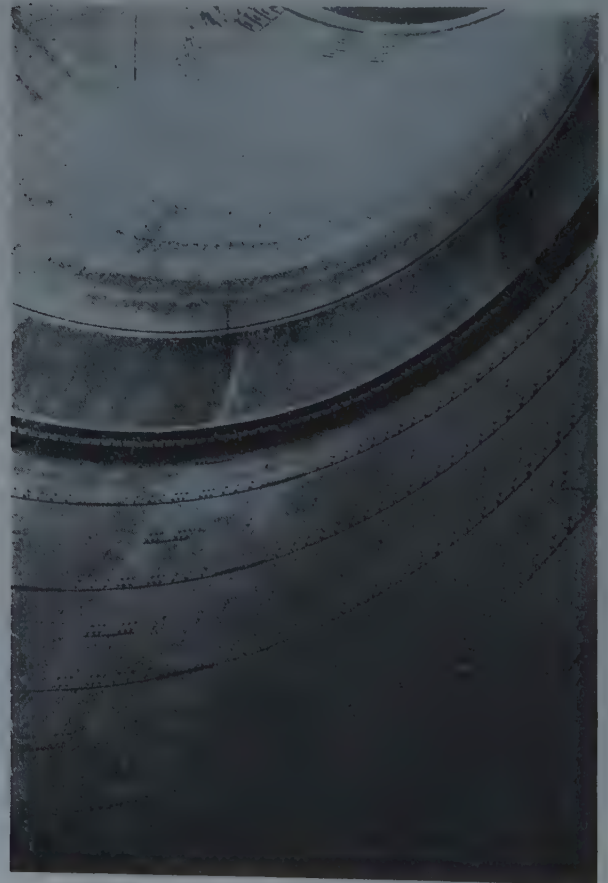


FIG. 10. — Vue de l'intrados de la porte et du masque.



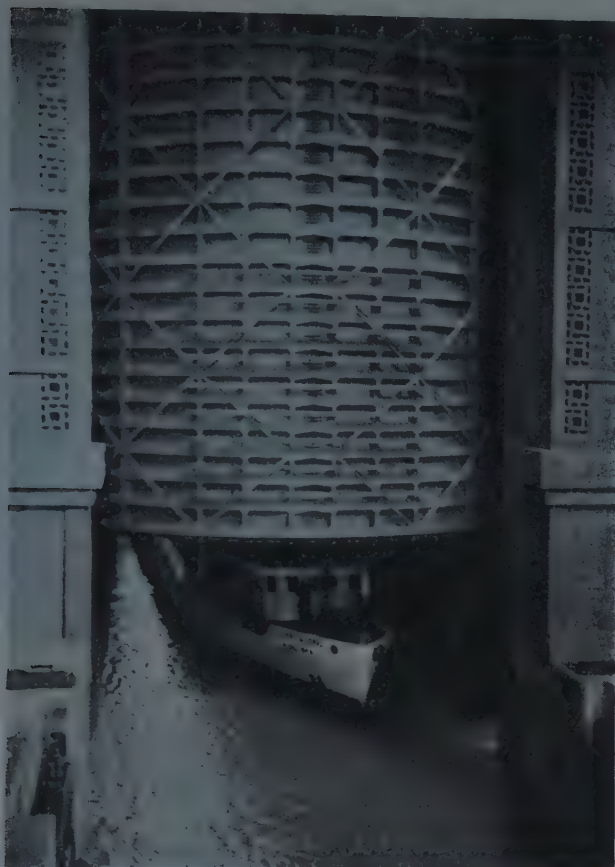


FIG. 11. -- Ouverture de la porte aval.



FIG. 12. — Porte aval fermée.

Pour l'entretien ou les réparations, ces poutrelles permettent, en reprenant les contrepoids par des vérins, de libérer le système d'équilibrage et de suspension de la porte lorsque celle-ci est dans sa position basse.

L'accrochage des chaînes Galle et des câbles s'est fait en levant les contrepoids avec des vérins.

La nervure inférieure de la porte comporte dix plots amortisseurs en caoutchouc venant reposer sur le radier; leur hauteur leur permet de ne pas s'opposer au mouvement vers l'aval de la porte lorsque celle-ci, sous la poussée de l'eau, vient écraser les galets élastiques. Ce déplacement vers l'aval est d'environ 6 mm.

Des crochets de sécurité encadrant le rail d'appui permettraient d'éviter tous risques de déplacement de la porte en cas de choc très violent (fig. 11, 12, 13, 14, 15).

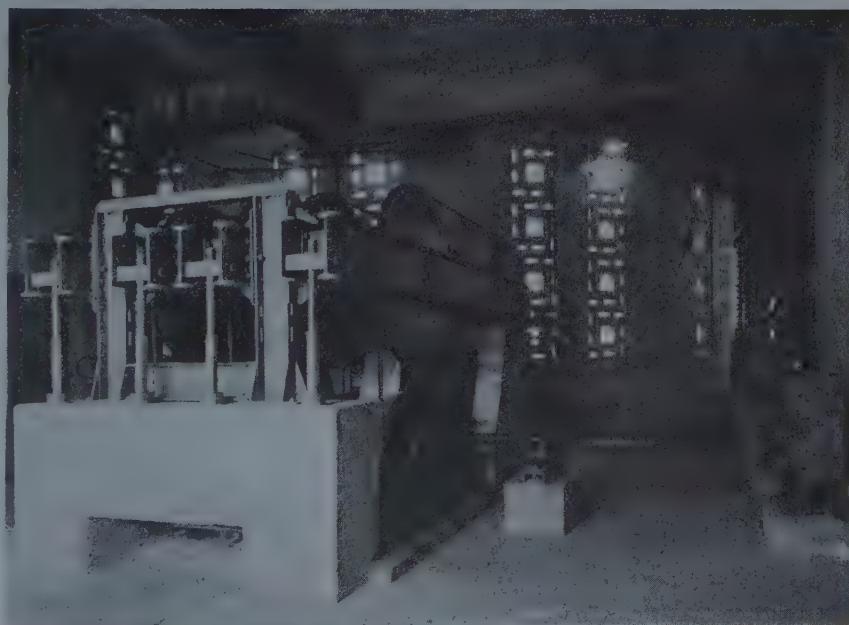


FIG. 13. — Treuil de manœuvre.



Pour la porte amont, étant donné ses dimensions (12 m de largeur et 6 m de hauteur), une simple porte busquée pouvait être envisagée, mais là encore une porte à mouvement vertical permet plus facilement une manœuvre avant égalisation des niveaux de part et d'autre.

Pour éviter des superstructures élevées par suite du tirant d'air de 7 m demandé, elle est baissante et vient s'effacer devant le mur de chute. Afin d'augmenter la longueur utilisable de l'écluse, elle est réalisée en voûte convexe vers l'amont, donc comprimée, ce qui est facile, la charge qu'elle supporte n'étant que de 150 t contre 3 000 t pour la porte aval.

L'angle au centre n'est que de  $136^\circ$ . Les réactions de la porte sont donc dirigées vers l'intérieur des maçonneries (fig. 16).

Elle est constituée par une tôle de bordé de 10 mm raidie par cinq traverses cintrées en treillis de 0,80 de largeur pour permettre le travail en compression sans risque de flambage (fig. 17 et 18).

La traverse supérieure forme passerelle entre les bajoyers. Les intrados des traverses sont contre-ventés.

Comme la porte aval, elle est munie de galets de

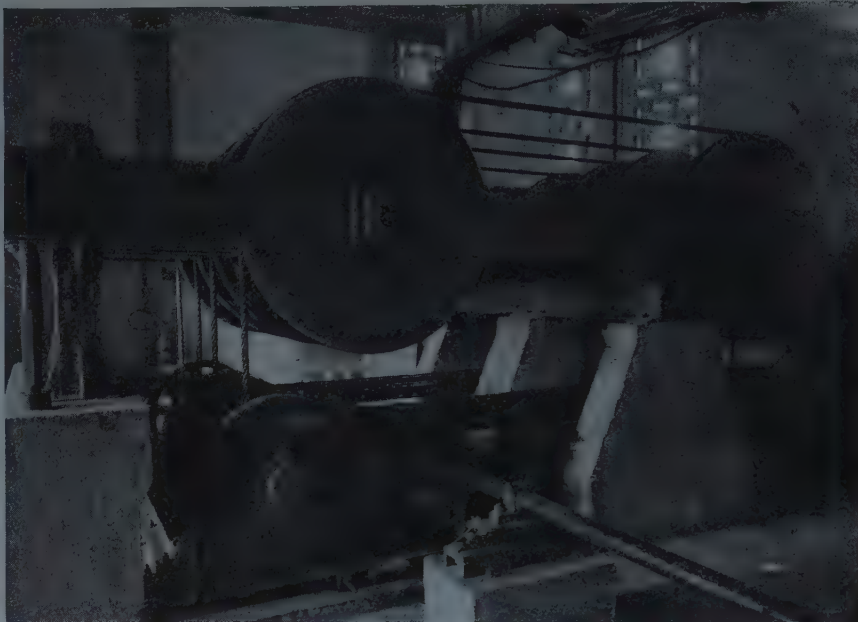


FIG. 14. — Treuil de manœuvre.

décollage à barre de torsion au nombre de quatre par côté, des galets amont de contre-butée et de galets de guidage latéral sur les faces du rail d'appui. L'appui sur ce rail se fait comme pour la porte aval par une lisse en bronze de  $70 \times 45$ .

La suspension de la porte au droit de son centre de gravité conduisant à de trop grands porte-à-faux pour les consoles, étant donné qu'il faut éviter les étanchéités latérales, cette condition de suspension a été négligée, le poids relativement faible de la porte, 33 t, en rendant les conséquences peu importantes. Dans les déplacements verticaux, la porte appuiera sans inconvénients sur ses galets de décollage inférieurs et ses galets de contre-butée supérieurs.

Les étanchéités latérales en note de musique sont fixées au bajoyer ainsi que l'étanchéité de seuil qui elle, est un caoutchouc plat s'appliquant sur une cornière horizontale fixée à la partie inférieure amont de la porte.

Le mécanisme de manœuvre est constitué par deux treuils indépendants à moteur de 20 ch actionnant un des pignons de renvoi des deux chaînes Galle reliant chaque côté de la porte à un contrepoids (fig. 19). Les moteurs sont des moteurs Hilalret à calage. Le puits du contre-



FIG. 15. — Vue d'ensemble de l'écluse.



poids est drainé vers l'aval par la galerie longitudinale située dans le bajoyer.

Une possibilité de liaison mécanique entre les deux treuils a été envisagée par une galerie transversale située juste à l'amont du mur de chute. Jusqu'à présent, la synchronisation de ces deux treuils s'avère inutile.

En effet, si pendant le mouvement de la porte, il se produisait une avance d'un côté par rapport à l'autre, cette avance serait réduite en fin de course, chaque treuil ne s'arrêtant qu'en fin de course du côté qu'il commande. L'arrêt à la fermeture se fait en deux temps comme pour la porte aval.

Étant donné ses dimensions, la construction de la porte n'a posé aucun problème. Elle a été assemblée par rivetage dans sa position haute, reposant sur trois poutrelles

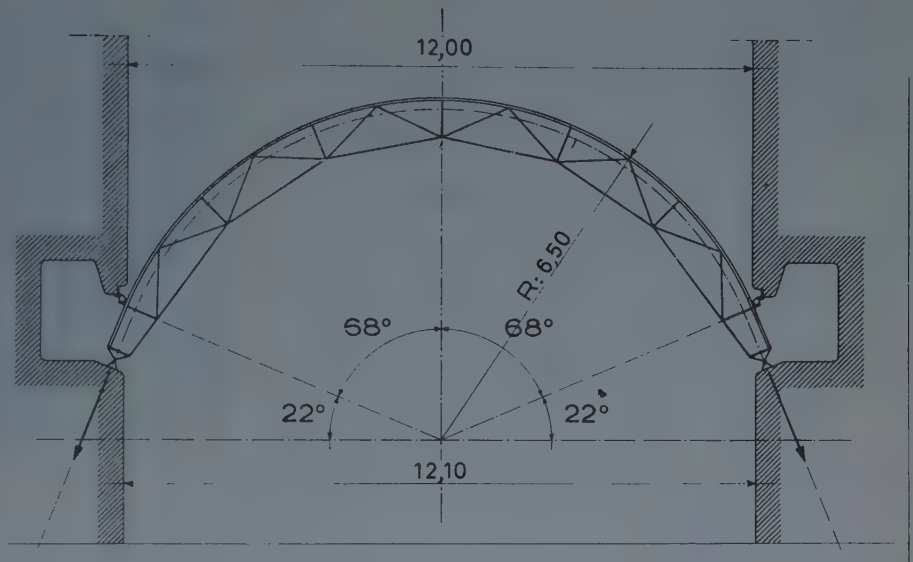


FIG. 16. — Schéma de la porte amont.

enfoncées dans des logements ménagés dans le mur de chute et formant consoles. Ces consoles pourront servir ultérieurement en cas de révision ou de réparation. Les contrepoids en béton ont été coulés à leur position basse.

Pour la porte aval comme pour la porte amont, il a été installé un graissage centralisé Técalémit pour toute la partie mobile. Ce graissage à doseur permet, par la seule manœuvre d'une pompe, d'avoir la certitude que chaque point a reçu sa ration.

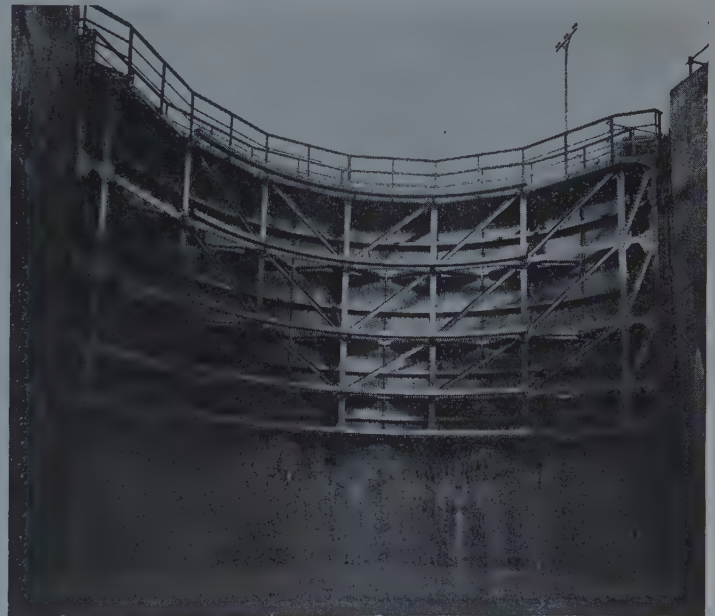


FIG. 17 et 18. — Vue de la porte amont.

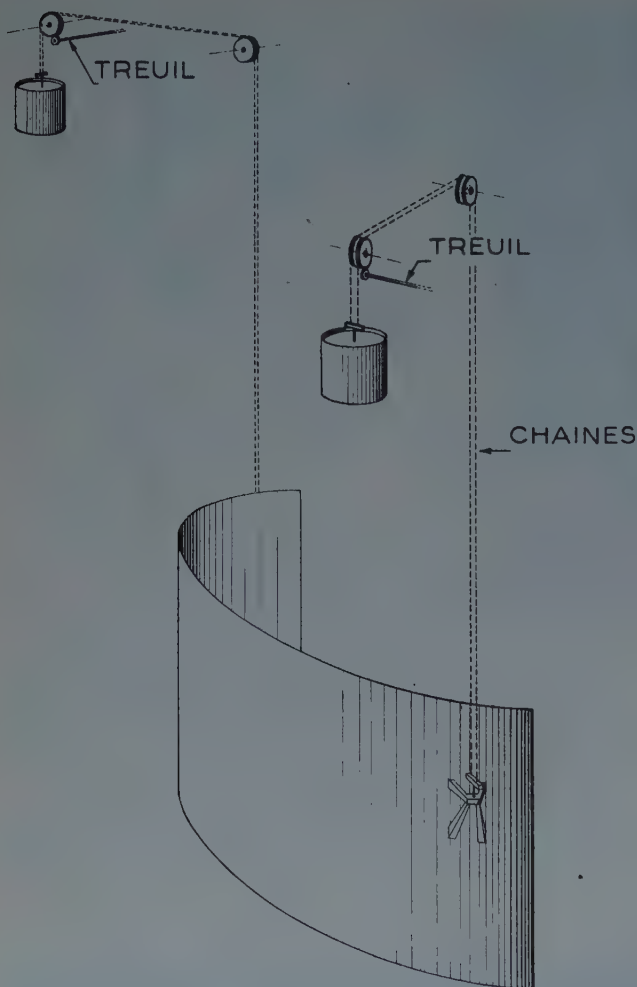


FIG. 19. — Mécanisme de manœuvre de la porte amont.

Pour la porte amont, la pompe étanche située sur la passerelle supérieure est, sans inconvénient, immergée à chaque descente de la porte (fig. 20).

La protection des portes est d'abord réalisée directement par des lisses en chêne disposées au-dessus du plan d'eau. Ces lignes, curvilignes comme les portes, sont montées à l'intérieur de fers U 130. Ces fers en U étant reliés à la porte elle-même par des fers plats de 140/8 dont le rôle est d'amortir le choc par leur déformation.

Ces protections existent sur les faces aval des portes amont et aval.

Elles ne peuvent servir que pour des chocs faibles. Dans le cas de la fausse manœuvre caractérisée, c'est-à-dire celle d'un remorqueur de 500 t lancé à 3 m/s ou celle d'une péniche de 1 200 t lancée à 1 m/s, il était indispensable d'amortir la force vive du bateau sur une course beaucoup plus longue.

Un dispositif répondant à cette condition existe



FIG. 20. — Plongée de la porte amont.

au Canada près du Niagara sur le Welland Canal.

La force vive du bateau est absorbée par le travail de frottement d'un câble sur un tambour fixe. Le câble étant tendu au travers de l'écluse, sur chaque rive il s'enroule d'environ un tour autour d'un tambour fixe à axe vertical, puis sur le tambour d'un treuil à limiteur d'effort (fig. 21).

La relation entre la tension  $P$  dans le brin traversant l'écluse et dans le brin allant au treuil à limiteur d'effort  $p$  est :

$$\frac{P}{p} = e^{f\alpha}$$

ce qui, pour un angle d'enroulement de  $180^\circ$ , donne un rapport de 8 environ.

Le travail de freinage du bateau est donné par la longueur totale de câble déroulé multipliée par la tension  $P$  du câble.

Ces principes étant admis, il reste à résoudre le problème de l'escamotage de cette barrière pour le passage normal du bateau.

Au Welland Canal, la solution employée a été une coupure du câble sur une rive par un dispositif à clavette, et son relevage à la verticale par une flèche en charpente.

Cette solution implique :

1° Une fixité du niveau amont, l'étrave du bateau devant toujours se présenter à hauteur convenable par rapport au câble.

2° La perte à peu près certaine de la flèche de relevage chaque fois qu'elle est heurtée.

3° Une manœuvre de jonctionnement et de déjonctionnement du câble à chaque passage de bateau.

A l'écluse Saint-Pierre, il y avait lieu de prévoir, principalement à l'aval, une variation très importante du niveau 36,50 à 31,50 et même maintenant 38,50 à 31,50.



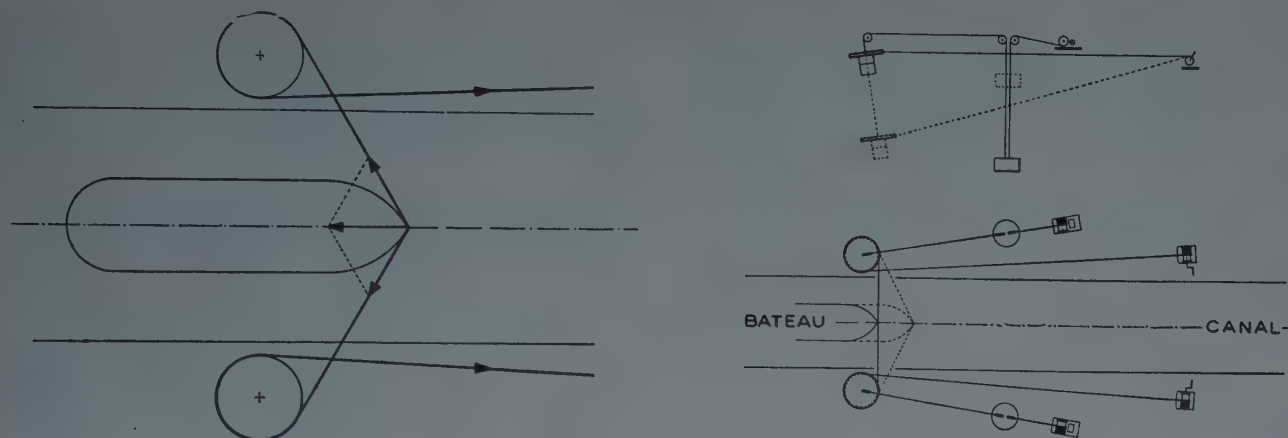


FIG. 21 et 22. — Schéma du dispositif de sécurité par câble de barrage.

De plus, en raison de la rapidité et de l'automatisme de manœuvre demandés, il a paru inconcevable d'envisager une coupure du câble et, à l'amont, il y avait lieu d'éviter toute superstructure inesthétique.

Le principe choisi a été celui du câble de barrage plongeant jusqu'au radier lors du passage de bateaux et pour suivre les variations de niveau de fixer les tambours de frottement du câble sur des flotteurs.

L'ensemble tambour-flotteur coulisse dans des guides sensiblement verticaux; il est relié à un contrepoids tel que le poids de ce dernier ne peut soulever

hors de l'eau l'ensemble tambour-flotteur mais, si le contrepoids est soulevé par une force extérieure, l'ensemble tambour-flotteur n'ayant pas une flottabilité suffisante plonge. Donc, la plongée du câble de barrage sera réalisée en soulevant le contrepoids par un treuil électrique, et la remontée en laissant redescendre le contrepoids (fig. 22).

Pendant cette manœuvre, l'extrémité du câble de barrage fixée au treuil à limiteur d'effort doit rester fixe. Ce treuil doit donc être à égale distance du tambour dans sa position haute et dans sa position basse.

En cas de choc de bateau sur le câble de barrage,



FIG. 23. — Vue du câble de barrage en position haute.

une certaine quantité de câble sera dévidée du treuil à limiteur d'effort, ce qui nécessitera une reprise de cette longueur de câble à l'aide des manivelles à bras de ce treuil. Pendant cette manœuvre, le câble de barrage devra glisser en sens inverse sur le tambour, ce qui sera possible car l'effort de tension dans le câble de barrage de 21 mm n'est plus alors que celui dû à son poids propre, c'est-à-dire de l'ordre de 85 kg au maximum quand il est tendu en travers du passage. Le treuil à limiteur d'effort aura à donner un effort de l'ordre de 680 kg, inférieur à l'effort limite qui est de 1 300 kg pour la tension de 10 500 kg prévue pour freiner le bateau.

Le dispositif ainsi réalisé permet donc d'exercer sur l'étrave du bateau un effort régulièrement croissant de 0 à près de 21 000 kg, ce qui permet d'arrêter un remorqueur de 500 t lancé à 3 m/s en 16,50 m.

A l'amont, le contrepoids de l'ensemble tambour-flotteur se déplace dans un puits drainé vers l'aval de l'écluse (fig. 23).

Pour l'aval, un contrepoids relié directement serait descendu très au-dessous du niveau aval, donc se serait immergé à moins de précautions spéciales pour maintenir son puits à sec. Pour éviter cet inconvénient, le câble attachant l'ensemble tambour-flotteur est relié par un mouflage à quatre brins au contrepoids qui est alors quatre fois plus lourd.

Un montage soigné des roulements des poulies de mouflage a permis de remédier aux pertes par frottement et de conserver une sensibilité suffisante.

Le niveau du plan d'eau pouvant varier, il est indispensable que le niveau du câble de barrage suive automatiquement ces variations.

A l'aval, ce résultat est obtenu par une mise en marche dans le sens voulu du treuil manœuvrant le contrepoids; en cas de montée du niveau, le contrepoids descend, le câble enroulé sur le treuil se tend, ce qui fait déplacer un galet tendeur. Un contact fait alors démarrer le moteur dans le sens voulu. Au contraire, si le niveau baisse, le contrepoids monte, le câble du treuil prend du mou, ce qui amène le même galet tendeur dans une autre position, et fait démarrer le moteur dans l'autre sens.

Dans les deux cas, le moteur s'arrête quand le galet tendeur ayant repris sa position intermédiaire, les contacts qu'il avait établis sont coupés.

A l'amont, les variations possibles de niveau étant faibles, elles sont reprises par le jeu d'un contrepoids additionnel placé sur le câble reliant le contrepoids principal au treuil. Ce dernier dévide la longueur de câble correspondant aux plus hautes eaux navigables et donc à la position la plus basse du contrepoids. Le mou causé par un niveau inférieur à celui des plus hautes eaux sera repris par le contrepoids additionnel.

Là aussi, le câble passe sur un galet tendeur, à la remontée du câble de barrage après le passage d'un bateau, le treuil pourrait débiter le câble trop vite par rapport à la descente du contrepoids; le déplacement du galet tendeur coupe le moteur avant que le câble, en prenant du mou, risque de sauter des gorges de poulie.

Afin de connaître avec certitude la position du câble de barrage, soit dans sa position haute, soit dans sa position basse, les indications des appareils installés sur le treuil peuvent être insuffisantes, un coincement de l'ensemble tambour-flotteur par exemple serait ignoré.

Tant à l'amont qu'à l'aval, les deux positions extrêmes des ensembles tambour-flotteur sont signalées électriquement, celle du bas par une pédale manœuvrée directement par le flotteur et actionnant par une tringle un interrupteur à galet situé au-dessus du plan d'eau, celle du haut par la prise de mou d'un câble secondaire reliant le contrepoids à un levier à flotteur auxiliaire fixé à l'ensemble tambour-flotteur. Quand le flotteur auxiliaire arrive au niveau du plan d'eau, le câble secondaire prend du mou, ce qui permet le déplacement d'un contrepoids léger qui actionne un deuxième contact à galet.

Ces contacts permettent les verrouillages ou déverrouillages électriques nécessaires pour la commande à distance des différents organes.

L'éclusier dispose, à cet effet, d'un pupitre situé dans la cabine de manœuvre et sur la table duquel sont placés :

— Le tableau synoptique reproduisant schématiquement la disposition de tous les organes (dispositifs de sécurité, portes, vannes et signaux de navigation).

Ce tableau indique clairement, à tout instant, la position ouverte ou fermée des différents organes de l'écluse et renseigne, en outre, sur le commencement et la fin des manœuvres par l'allumage ou l'extinction des lampes de signalisation.

— Les organes de commande, c'est-à-dire un bouton « marche » et un bouton « arrêt », ainsi que le volant d'un combinateur à huit positions.

— Les appareils de mesure et, en particulier, les ampèremètres qui confirment les indications données par le tableau synoptique sur le début et la fin des manœuvres, et permettent, en outre, de contrôler le bon fonctionnement des organes.

— Les cadrans des indicateurs de niveau qui signalent, à tout instant, les niveaux de l'eau à l'amont, dans le sas et à l'aval.

— Les deux boutons de commande des signaux de navigation.

La succession des opérations pour effectuer l'éclusage d'un bateau est la suivante :

- |    |                         |   |
|----|-------------------------|---|
| 1° | Cycle bateaux montants. | 1° Mise en place du câble de barrage aval, puis fermeture de la porte aval.   |
| 2° |                         | 2° Ouverture des vannes de remplissage.                                       |
| 3° |                         | 3° Fermeture des vannes de remplissage.                                       |
| 4° |                         | 4° Ouverture de la porte amont et effacement du câble de barrage amont.       |
| 2° | Cycle bateaux avalants. | 5° Mise en place du câble de barrage amont, puis fermeture de la porte amont. |
| 6° |                         | 6° Ouverture des vannes de vidange.   |
| 7° |                         | 7° Fermeture des vannes de vidange.   |
| 8° |                         | 8° Ouverture de la porte aval et effacement du câble de barrage aval.         |



Cette suite d'opérations se retrouve dans le même ordre sur le cadran du pupitre.

La disposition prévue permet :

— Soit le fonctionnement à volonté, toutes les opérations étant successivement commandées : c'est la commande individuelle asservie ;

— Soit le fonctionnement automatique à partir d'une commande initiale, la fin de chaque opération provoquant l'exécution de la suivante : c'est la commande automatique.

**Commande individuelle asservie :** pour exécuter un cycle d'opérations en commande individuelle, on amène au moyen du volant, l'aiguille du combinateur en regard de la première manœuvre à effectuer et on appuie sur le bouton « marche ». Le contacteur correspondant se ferme et l'opération s'effectue ; elle s'arrête automatiquement à fin de course de l'opération commandée.

Pour commander la seconde opération, il suffit d'amener l'aiguille du combinateur sur l'indication correspondante sans qu'il soit nécessaire d'appuyer de nouveau sur le bouton « marche » et ainsi de suite, jusqu'à la fin du cycle.

Ces opérations ne peuvent se succéder que dans l'ordre normal et les asservissements rendent chacune des manœuvres impossible si la précédente n'est pas entièrement terminée.

**Commande automatique :** pour opérer en marche automatique, on amène l'aiguille du combinateur sur la dernière opération du cycle et on appuie sur le bouton « marche » ; toutes les opérations du cycle se succèdent alors automatiquement.

On peut n'exécuter en « automatique » qu'une partie des opérations et terminer en commande « individuelle asservie » ou inversement. D'une façon générale, les opérations d'un cycle s'effectuent et se succèdent jusqu'à celle, inclusivement, sur laquelle a été amenée l'aiguille du combinateur.

Dans l'un et l'autre des modes de commande, l'ouverture des portes est asservie au fonctionnement d'un dispositif qui établit un contact lorsque la différence des niveaux voulue est obtenue de part et d'autre de la porte à ouvrir. Ces niveaux sont indiqués par des cloches immergées à l'amont, à l'aval, et dans le sas, et transmettant leur pression à un relais différentiel installé dans la cabine de manœuvre.

Une opération en cours d'exécution peut être suspendue en appuyant sur le bouton « arrêt » ; elle peut être reprise par une nouvelle action sur le bouton « marche ».

Le tableau de signalisation du pupitre de commande reproduit à leurs places respectives les différents organes de l'écluse. A chaque organe : sécurité, portes et vannes, correspondent deux lampes de signalisation : une lampe verte indiquant l'ouverture, et une lampe rouge indiquant la fermeture. Dans les intervalles des manœuvres, l'une ou l'autre des lampes est allumée, indiquant la position de l'organe (ouvert ou fermé). Au commencement d'une manœuvre, la seconde lampe s'allume. Les deux lampes restent allumées pendant toute la durée de la manœuvre et la première s'éteint lorsque la manœuvre est terminée.

L'éclusier est ainsi renseigné, non seulement sur la position des organes, mais encore sur le commencement et la fin des manœuvres. Les lampes de signalisation sont commandées directement par les interrupteurs de fin de course.



FIG. 24. Porte busquée formant batardeau amont.

Il existe également un autre poste de commande situé sur le bajoyer et qui comporte, comme le poste central, un bouton « marche » et un bouton « arrêt », ainsi que le volant d'un combinateur.

Ce poste n'est pas utilisé normalement, mais est toutefois prévu pour assurer les manœuvres des organes amont ainsi que des vannes de remplissage et de vidange. Il est employé, en particulier, lorsque la visibilité depuis le mirador n'est pas suffisante pour assurer ces manœuvres en toute sécurité.

Le verrouillage électrique empêche toute manœuvre simultanée des deux postes, la priorité appartenant au poste central placé dans le mirador.

Tout l'équipement électrique a été réalisé par les Établissements Hillairet.

Pour la mise à sec du sas et la visite complète des

portes, il existe des batardeaux à l'amont et l'aval. Ceux-ci sont constitués par des portes busquées de modèle courant avec fourrures d'étanchéité en chêne dont il y a peu à dire.

A l'amont, les vantaux ont une hauteur de 7,21 m. Ils sont manœuvrables par cric et crémaillère de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques. Ils peuvent éventuellement, pour le sasement des bateaux, se substituer à la porte amont plongeante (fig. 24).

A l'aval, les vantaux ont 10,21 m de hauteur ; ils sont manœuvrables par treuil et câbles lancés à travers l'écluse (voir fig. 12).

Depuis le 3 juillet 1952, la navigation du Rhône passe par l'écluse de Saint-Pierre sans qu'aucun incident ne soit venu l'interrompre et j'espère qu'il en sera toujours de même.

### CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Je me fais votre interprète pour adresser tous nos remerciements à **M. Schmid** pour l'exposé qu'il vient de nous faire ; exposé remarquable par sa concision, sa précision et son intérêt.

Je vais donner la parole à ceux d'entre vous qui la demanderont, mais j'espère que **M. le Président Caquot** que nous avons la bonne fortune d'avoir parmi nous ce soir, nous fera l'honneur et le plaisir de dire quelques mots.

**M. Caquot.** — Vous avez vu par l'exposé de **M. Schmid** avec quel soin les problèmes de la porte ont été étudiés. Ils l'ont été simultanément avec les problèmes de construction et d'hydraulique, grâce à la collaboration de Neyrpic à Grenoble, de telle sorte qu'a pu être réalisé un ensemble de dispositions optima avec une faible quantité de matières, quoique 31 m de distance séparent le radier et les bajoyers, sans compter les conduites souterraines qui augmentent encore de 4 à 5 m la profondeur.

Je voudrais attirer l'attention sur deux points :

1° Il a fallu pour faire une telle écluse où tout est nouveau jusques et y compris l'alimentation qui se fait par-dessous de façon que les bateaux soient automatiquement centrés, que le Maître de l'œuvre ait confiance et il est rare de trouver une Administration qui veuille bien faire confiance totalement sur un ensemble nouveau. Il faut donc rendre un hommage particulier à la Compagnie Nationale du Rhône en même temps qu'aux Ingénieurs de la Navigation qui ont accepté ces dispositions et ont suivi tous les essais et les calculs préalables.

2° Le point de vue que vous avez justement défendu, **M. le Président**, et sur lequel je reviens, est celui de la navigation du Rhône qui sera extrêmement importante le jour où le tronçon Lyon-Marseille utilisera toutes les dérivations prévues. Quand on parcourt le bief de Donzère-Mondragon sur 25 km avec de larges sections et des vitesses faibles on se rend compte du

prix de revient très bas de la navigation dans l'avenir avec des chalands automoteurs de 1 500 à 2 000 t.

Une installation comme celle de la Compagnie du Rhône va doter la France d'un ensemble unique pour l'installation des industries nouvelles qui vont, je pense, s'installer en grand nombre quand nous serons revenus à une économie normale.

Pour faire prospérer de grandes industries il faut trois éléments essentiels :

— Tout d'abord de l'énergie, et là nous créons en ce moment de grandes sources d'énergie, puisque déjà l'usine de Donzère sera la plus puissante usine de France avec 2 milliards de kWh.

— Il faut ensuite de l'eau en abondance, or il y a 1 500 m<sup>3</sup>/s d'eau dans le Rhône et de l'eau fraîche de bonne qualité.

— Enfin, il faut des transports. Ici les usines se trouveront dans cette magnifique situation d'être placées entre la voie navigable et la voie ferrée qui, à l'heure actuelle, a la plus grande importance en France.

Cet ensemble, depuis l'étang de Berre jusqu'à Lyon, formera une chaîne continue d'usines dans l'avenir, et la navigation que vous défendiez, **M. le Président**, sera essentielle pour amener le succès de cette entreprise immense dans un esprit bien français.

**M. le Président.** — Je pense que vous serez tous d'accord avec moi pour remercier **M. le Président Caquot** des quelques paroles qu'il vient de prononcer et qui nous ont été particulièrement précieuses, non seulement sur le plan technique, mais en ce qui concerne également les vues d'avenir économiques.

Je suis très heureux que **M. le Président Caquot** ait bien voulu compléter ce que j'avais dit moi-même beaucoup moins bien sur la navigation du Rhône.

Puisque personne ne demande la parole, la séance est levée.



DÉCEMBRE 1953

Sixième Année, N° 72.

Série : MATÉRIEL DE CHANTIER (VII).

## ESSAIS SUR UN CONCASSEUR GIRATOIRE

Par **M. M. MAMILLAN,**

Ingénieur E. T. P., Ingénieur aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

## RÉSUMÉ

Les essais effectués sur un concasseur giratoire ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Une diminution de la vitesse de rotation des concasseurs à partir de la vitesse théorique optimum entraîne :

Un accroissement de l'énergie consommée par tonne;  
Une diminution du débit;  
Une augmentation des éléments fins et des fragments plats.

2° Si le rapport de réduction augmente :

Les éléments fins et l'énergie consommée augmentent;  
La forme des fragments s'améliore;  
Le débit diminue.

3° L'opération de criblage du tout venant entraîne les modifications suivantes :

Le pourcentage d'éléments fins diminue;  
Le produit obtenu est plus sélectif;  
Le débit est accru;  
L'énergie consommée par tonne diminue.

4° Si toutes les caractéristiques de l'appareil de fragmentation sont constantes et que la résistance des roches augmente :

La forme des fragments est moins cubique;  
Le débit et l'énergie consommée par tonne augmentent;  
La dimension du produit obtenu augmente;  
Les éléments fins diminuent : la fragmentation est plus sélective.

## SUMMARY

The tests performed on a gyratory crusher lead to the following conclusions :

1° A diminution of the rotating velocity of the crushers below the theoretical optimum velocity entails :

An increase of the power consumed per ton;  
A decrease of the output;  
An increase of fines and flat particles.

2° If the reduction ratio is increased :

The fines and the power consumed increase;  
The shape of the fragments is improved;  
The output is reduced.

3° The process of presieving the unsorted material entails the following changes :

The percentage of fines is reduced;  
The product obtained is more selective;  
The output increases;  
The power consumed per ton is decreased.

4° If all the characteristics of the fragmenting mechanism are constant and the rock resistance increases :

The shape of the fragments is less cubical;  
The output and the energy consumed per ton increase;  
The size of the product obtained is larger;  
The fines are decreased : the fragmentation is more selective.

## I. — INTRODUCTION

Le matériel de fragmentation mécanique de la matière a une influence prépondérante dans l'industrie moderne.

La plupart des activités économiques utilisent ce matériel puisqu'elles emploient des produits élaborés par broyage, concassage ou pulvérisation.

Bien que le principe général de la fragmentation des matériaux ne consiste qu'à réduire une donnée physique, leurs dimensions, chaque opération se présente comme un problème particulier. En pratique, il convient de tenir compte de la nature, de la forme

et de la dimension des corps, roches ou minerais que l'on doit traiter, pour adapter les appareils en fonction des paramètres inhérents aux conditions maxima de rendement.

C'est dans ce but que les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* ont entrepris une étude systématique des différents appareils de fragmentation.

Cette première série d'essais concerne les résultats obtenus sur l'un des appareils les plus répandus en travaux publics pour le concassage secondaire : le concasseur giratoire.

## II. — GÉNÉRALITÉS

### 2,1 Fonctionnement du concasseur giratoire.

Le concasseur giratoire utilisé pour la réduction mécanique des matériaux durs, opère par compression.

Les matières à concasser sont réduites par écrasement entre une paroi circulaire fixe et un rouleau conique (noix) animé d'un mouvement excentrique à l'intérieur de l'espace limité par la paroi circulaire (fig. 1).

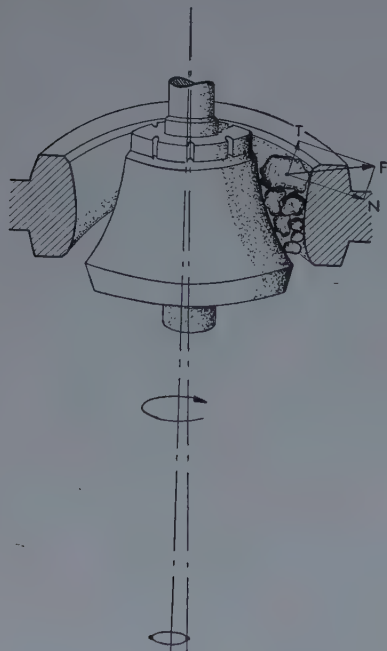


FIG. 1.

Le concassage normal provient de la compression d'un fragment entre les deux surfaces broyantes de l'appareil. En un point donné, le rapprochement de la noix provoque l'écrasement et l'éclatement des gros morceaux. Le retour en arrière permet aux fragments produits de descendre vers une partie plus étroite où ils subiront une nouvelle compression au retour de la noix.

Les produits concassés sortent par l'orifice inférieur et leur dimension dépend de l'ouverture maximum à la fente.

Sur la figure 1 on voit que le corps résistant placé à l'entrée subira un effort de compression F. Cet effort se décompose en deux forces

— La force N normale à la face d'appui provoquant l'écrasement du corps à concasser.

— La force T parallèle à cette face d'appui, qui tend à chasser le corps hors du concasseur.

Le frottement entre le corps à concasser et les mâchoires doit être suffisant pour combattre cet effort antagoniste T.

L'effort de frottement est fonction de la nature, de la forme et de la dimension des corps à broyer.

L'angle de prise  $\theta$ , entre la noix et le cône est proportionnel à la force T (en pratique, sa valeur moyenne est voisine de  $22^\circ$ ).

Si  $\varphi$  est l'angle de frottement du matériau sur la surface broyante, la condition  $\theta < 2\varphi$  est nécessaire pour que le corps ne soit pas chassé hors du concasseur.

### 2,2 Rappel de la théorie des concasseurs giratoires.

Elle a été exposée par M. JOISEL dans le fascicule n° 1 de la série Matériel de chantier publiée par les *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* (épuisé).

#### 2,21 Mouvement de la noix.

Si on considère une section horizontale d'un concasseur giratoire, elle coupe le boisseau et la noix suivant deux cercles  $C_1$  et  $C_2$  (fig. 2).

L'axe E de la noix décrit le cercle de centre O et de rayon  $\varepsilon$  d'un mouvement uniforme de vitesse angulaire  $\omega$ . L'espace libre  $P_1P_2$  varie comme l'espace  $A_1A_2$  correspondant à un rayon  $OA_1$  qui serait animé d'un mouvement uniforme de vitesse angulaire  $\omega$  (les cercles  $C_1$  et  $C_2$  restant fixes). Or :

$$A_1A_2 = R_1 - R_2 + \varepsilon \cos \omega t.$$

Le mouvement de compression est donc sinusoïdal.

#### 2,22 Descente des matériaux.

Sur la figure 3 nous voyons que l'anneau  $PQ P_1Q_1$  est comprimé en  $P'Q P'_1Q'_1$  puis il descend au plus en  $P_1Q_1 P_2Q_2$  en reprenant à peu près son volume apparent initial et ainsi de suite

$$PP_1 = \frac{cx}{L\theta}$$

$$PQ = y = \theta(L_0 - x).$$

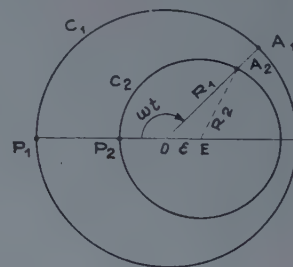


FIG. 2.



Le rayon moyen de l'anneau  $PQP_1Q_1$  est :

$$IR = IP + \frac{PQ}{2} = \alpha x + \theta \left( \frac{L_0 - x}{2} \right)$$

son volume est :

$$\begin{aligned} V &= \frac{cx}{L\theta} \theta (L_0 - x) 2\pi \left[ \alpha x + \theta \left( \frac{L_0 - x}{2} \right) \right] \\ &= \frac{2\pi c}{L} \left[ \times 3 \left( \frac{\theta}{2} - \alpha \right) + x^2 L_0 (\alpha - \theta) + x \frac{\theta L_0^2}{2} \right] \\ \frac{dV}{dx} &= \frac{2\pi c}{L} \left[ 3 \left( \frac{\theta}{2} - \alpha \right) x^2 + 2L_0 (\alpha - \theta) x + \frac{\theta L_0^2}{2} \right]. \end{aligned}$$

Une seule racine de ce trinôme est comprise entre 0 et  $L_0$

$$x' = \frac{L_0 \left( \theta - \alpha - \sqrt{\alpha^2 - \frac{\sigma\theta}{2} + \frac{\theta^2}{4}} \right)}{3 \left( \frac{\theta}{2} - \alpha \right)}$$

Si nous étudions la variation du volume quand  $x$  croît de 0 à  $L_0$ , nous obtenons le tableau suivant :

$x$	0	$x'$	$L_0$
$V$		max	
$\frac{dV}{dx}$	+	0	-

nous voyons que le volume croît quand  $x$  varie de 0 à  $x'$  (la dérivée est positive).

Le volume est maximum quand la racine  $x'$  annule la dérivée.

Le volume décroît quand  $x$  varie de  $x'$  à  $L_0$ .

En effet si nous considérons des tranches horizontales telles que  $PQP_1Q_1$ , leur volume va d'abord croissant, c'est-à-dire que les matériaux trouvent un volume toujours trop grand à leur disposition : les petits fragments peuvent descendre sans difficulté en se détassant, mais les gros fragments forment voûtes.

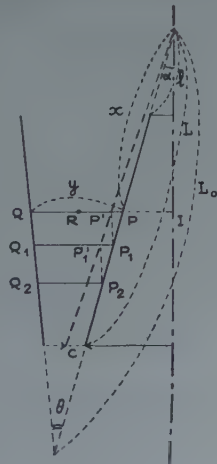


FIG. 3.

Ensuite le volume des tranches décroît et la descente des matériaux est freinée par les couches inférieures. Il y a donc surbroyage et le débit se trouve réduit.

## 2,23 Vitesse de descente des matériaux.

Les matériaux ne peuvent descendre que pendant un demi-tour d'excentrique c'est-à-dire pendant  $\frac{30}{n}$  secondes, si on désigne par  $n$  en tr/mn la vitesse de rotation de l'arbre du concasseur.

En chute libre ils parcourraient  $\frac{1}{2} g \frac{900}{n^2}$ , en réalité la chute est réduite par les frottements, elle n'est plus que de :

$$K \frac{450g}{n^2} (K \neq 0,75).$$

Pour qu'ils aient le temps de parcourir la distance  $PP_1$  il faut que :

$$K \frac{450g}{n^2} > \frac{cx}{L\theta}$$

en particulier au point où  $PP_1$  est maximum, c'est-à-dire à la fente. On a :

$$n^2 < K \frac{450g\theta}{c}$$

la vitesse théorique maximum est :

$$n = \sqrt{K \frac{450g\theta}{c}}$$

## 2,24

## Débit théorique.

Si  $R$  est le rayon du boisseau à la fente et  $r$  la largeur moyenne de la fente, le volume apparent d'un anneau tel que  $PQP_1Q_1$  à la fente est :

$$V = \frac{c}{\theta} (r + c) 2\pi R$$

débit en 1 heure :

$$60n \frac{c}{\theta} (r + c) 2\pi R.$$

Or la vitesse maximum est :

$$n = \sqrt{K \frac{450g\theta}{c}}$$

d'où le débit maximum :

$$P \text{ tonnes/heure} = 2\pi R (r + c) \sqrt{1620000 K g \frac{c}{\theta}}$$

## III. — TECHNIQUE DES ESSAIS

### 3,1 Description de l'installation.

L'installation de concassage se compose des appareils suivants (fig. 4).

### 3,11 Le concasseur giratoire « Dragon » type GS<sub>2</sub>.

Dont les caractéristiques sont :

Ouverture nominale.....	75 mm
Diamètre d'entrée.....	340 mm

Épaisseur maximum.....	70 mm
Dimension de la poulie.....	300 mm de diamètre 150 mm de largeur
Vitesse de la poulie motrice.....	800 tr/mn
Vitesse de rotation du manchon excentrique.....	350 tr/mn

3,12 Le moteur électrique de 15 ch est équipé d'un rhéostat. Nous disposons de trois poulies de 150 mm de largeur et dont les diamètres, respectivement de 180, 240 et 300 mm, nous permettent de faire varier la vitesse de rotation du concasseur.

3,13 Un wattmètre destiné à mesurer la force motrice consommée pendant le concassage.



FIG. 4. — Installation de concassage.

un régime permanent. Les fragments concassés sont reçus dans le premier compartiment. Quand le régime permanent est atteint, le deuxième compartiment de la caisse est placé sous la sortie du concasseur.

Après 20 s, on enlève rapidement la caisse.

### 3,3 Méthode de mesures.

#### 3,31 Mesure du débit.

On pèse la quantité obtenue pendant 20 s, en régime permanent.

#### 3,32 Mesure de la force motrice consommée.

L'énergie absorbée par le concassage est la différence entre l'énergie nécessaire en marche en régime permanent et l'énergie absorbée à vide. Les énergies consommées par la marche à vide du concasseur pour les différentes vitesses de rotation de la poulie sont les suivantes :

à 1 000 tr/mn.....	3 600 W/h
à 800 — .....	2 520 —
à 600 — .....	2 340 —

La force motrice en marche en régime permanent est la lecture moyenne du wattmètre.

#### 3,33 Forme des fragments.

La mesure de la forme des fragments avant et après concassage s'effectue avec un pied à coulisse, on prend les arêtes du parallélépipède rectangle minimum dans lequel on peut insérer le grain (fig. 5).

La longueur L est la plus grande dimension;  
L'épaisseur E est la plus petite;  
La largeur D est la dimension intermédiaire.

Pour caractériser les formes, nous avons choisi deux indices fondamentaux :

$$\text{L'indice d'aplatissement } \alpha = \frac{\text{Épaisseur}}{\text{Largeur}} = \frac{E}{D}$$

$$\text{L'indice d'allongement } \beta = \frac{\text{Largeur}}{\text{Longueur}} = \frac{D}{L}$$

### 3,2 Mode opératoire.

Le concasseur est mis en marche pendant quelques instants jusqu'au moment où l'énergie absorbée par la marche à vide est constante. Chaque essai est effectué sur 100 kg de pierres, ce poids correspond à environ cent vingt morceaux.

On effectue trois fois les mêmes essais.

On place sous le concasseur une caisse à deux compartiments. On laisse tomber les matériaux dans le concasseur en répartissant les fragments à la main, dans toute la périphérie, pour établir

En portant en abscisses les valeurs de  $\alpha$  (de 0 à 1) et en ordonnée celles de  $\beta$  (de 0 à 1) on obtient un schéma carré tel que tout point intérieur correspond à des valeurs déterminées de  $\alpha$  et de  $\beta$ , c'est-à-dire à une forme définie. Cette représentation s'appelle le carré des formes, elle est due à M. PAVILLON.

Les mesures sont faites pour les matériaux à concasser sur cent vingt fragments. Les mesures des formes des fragments obtenus par concassage sont effectuées sur 1 000 g de produit supérieur à 6,3 mm. Dans ce kilogramme, le nombre de morceaux est réparti proportionnellement à la courbe granulométrique, du produit obtenu.

### 3,34 Granulométrie des fragments.

Le produit obtenu est homogénéisé et étalé. On effectue ensuite le prélèvement d'un échantillon représentatif de 15 kg puis la granulométrie de cet échantillon est réalisée. Les tamis et les passoires de contrôle normaux sont utilisés pour les tamisages.

Les courbes granulométriques résultant de ces mesures sont tracées en portant en abscisse le logarithme décimal de la dimension  $d$  des fragments et en ordonnée le pourcentage (en poids) des fragments de l'échantillon dont la dimension est inférieure à  $d$ .

Les courbes permettent de caractériser la dimension du produit, qui est la dimension  $\Delta$  telle que 85 % en poids de ce produit passe à travers le tamis de maille d'ouverture  $\Delta$ .

### 3,4 Caractéristiques des matériaux utilisés.

#### 3,41 Nature, densité, poids spécifique et résistance des roches.

Les caractéristiques des matériaux sont données dans le tableau suivant :

NATURE	DENSITÉ	POIDS spécifique	RÉSISTANCE de rupture à la compression en kg/cm <sup>2</sup>
Calcaire tendre .....	2,21	2,57	135
— siliceux.....	2,63	2,69	862
— lithographique.	2,56	2,66	1 795
Granit. ....	2,63	2,64	1 350

Nous devons ces matériaux à l'amabilité :

Des Établissements Maître et Cie pour le granit;

De la Société Métallurgique de la Normandie pour le calcaire tendre;

De la Société Solvay (usine de Taveau) pour les calcaires lithographiques et siliceux.



FIG. 5. — Mesure de la forme des fragments après concassage.



### 3,42 Granulométrie initiale de l'alimentation (fig. 6).

#### 3,421 Granulométrie sélectionnée 50/80.

La granulométrie sélectionnée a la composition suivante :

- Une partie d'éléments compris entre 50 et 63 mm.
- Une partie d'éléments compris entre 63 et 80 mm.

#### 3,422 Granulométrie tout venant 0/80.

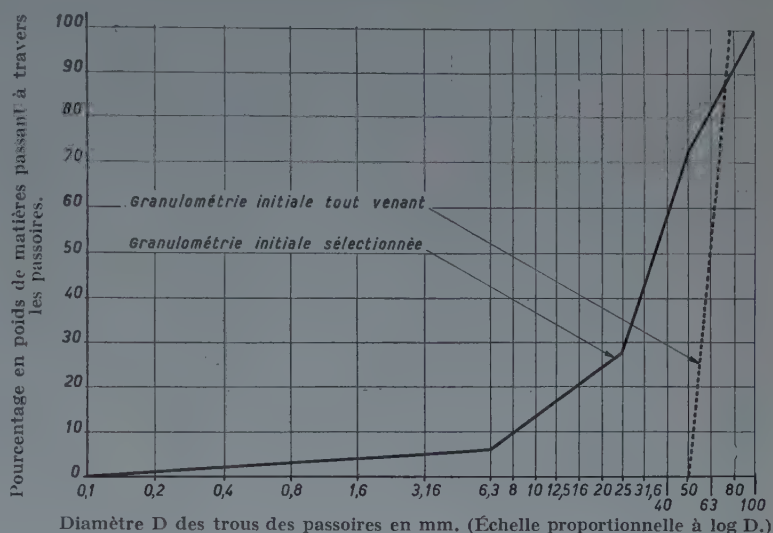
La granulométrie tout venant a la composition suivante :

6 %	d'éléments inférieurs à 6,3;
22 %	compris entre 6,3 et 25;
44 %	— — — 25 et 50;
28 %	— — — 50 et 80;

### 3,43 Formes des fragments à l'alimentation.

Les formes des fragments à l'alimentation déterminées selon les données du paragraphe 3,33 sont les suivantes :

FIG. 6. — Granulométrie initiale.



## IV. — RÉSULTATS DES ESSAIS

### 4,1 Variation de la vitesse.

#### 4,11 Conditions des essais.

Vitesses de rotation de l'arbre.

Les vitesses de rotation essayées sont les suivantes : 260, 350 et 430 tr/mn.

Réglage :

Le réglage est la dimension correspondant à l'écart moyen des surfaces broyantes lors de la dernière compression des matériaux avant la sortie.

On voit sur la figure 7 que l'extrémité de la noix oscille entre

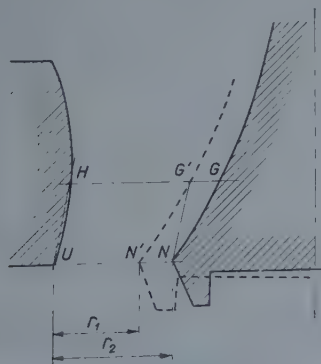


FIG. 7.

les deux positions GN et G'N'; menons NG' parallèle à UH. La dernière tranche UHGN est comprimée une dernière fois en UHG'N' avant de franchir la fente.

Le réglage est donc défini par  $r = \frac{r_1 + r_2}{2}$ .

Les essais effectués en faisant varier la vitesse de rotation de l'arbre ont été effectués avec le réglage suivant :

$$r_1 = 32, \quad r_2 = 24$$

d'où

$$r = 28 \text{ mm.}$$

Matériaux utilisés.

Les natures des matériaux utilisés sont :

- Du calcaire tendre;
- Du calcaire siliceux;
- Du calcaire lithographique et
- Du granit (voir leurs caractéristiques page 1138).

La granulométrie des agrégats a été sélectionnée entre 50 et 80 mm.

(Voir représentation de la courbe granulométrique figure 6.)

### 4,12 Résultats des essais.

Les résultats sont consignés dans les tableaux suivants :

Tableau I.	—	Résultats obtenus avec le calcaire tendre;
Tableau II.	—	avec le calcaire siliceux;
Tableau III.	—	avec le granit;
Tableau IV.	—	avec le calcaire lithographique.

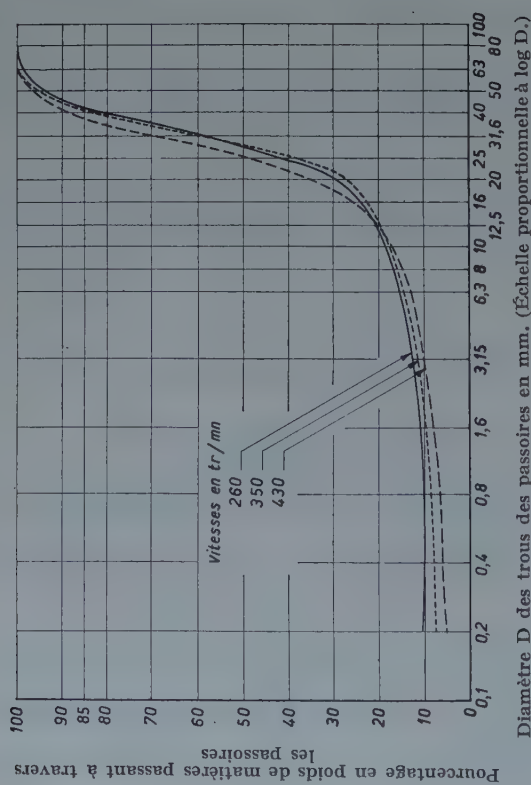


FIG. 8. — Calcaire tendre.

FIG. 10. — Granit.

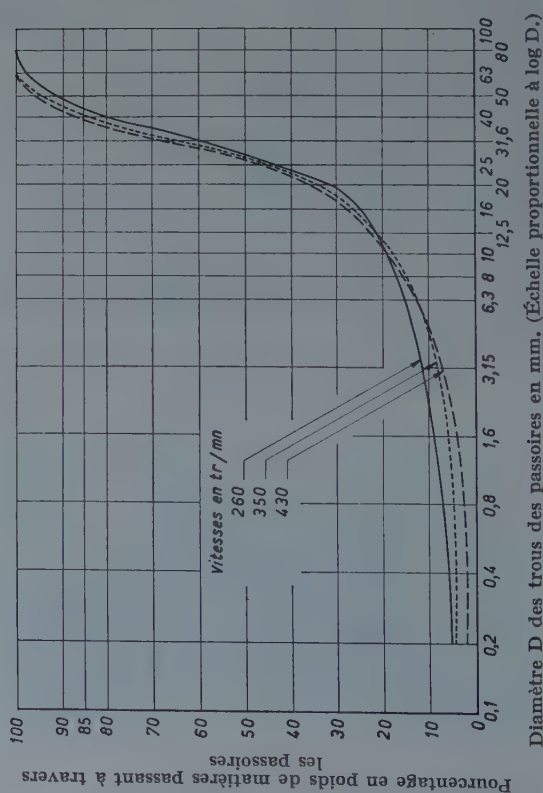
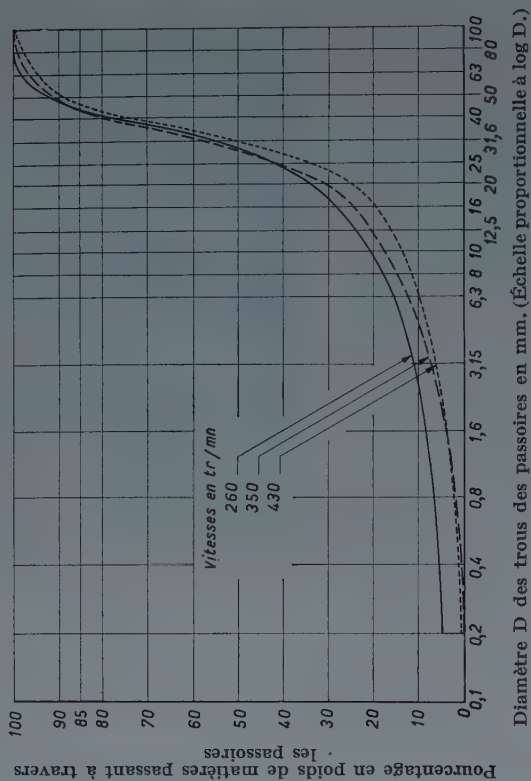


FIG. 9. — Calcaire siliceux.

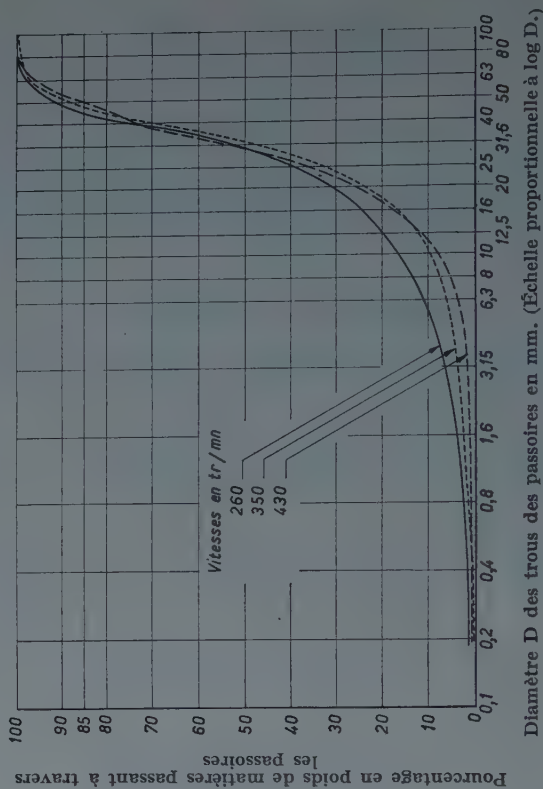


FIG. 11. — Calcaire lithographique.



## 4,13 Interprétation des résultats.

## 4,131 Influence de la vitesse sur la granulométrie obtenue.

Sur les figures 8, 9, 10 et 11 on a représenté les courbes granu-

lométriques des produits obtenus pour chacune des roches avec les différentes vitesses de rotation.

## Influence de la vitesse sur la dimension du produit.

On observe sur ces graphiques que les variations de la vitesse n'ont pas d'influence sur la dimension du produit.

TABLEAU I. — CALCAIRE TENDRE.

VITESSE en tr/mn Passoires		GRANULOMÉTRIE					
		430		350		260	
Ouverture	Module	Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %	
		Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé
80	49	0	0	0	0	0	0
63	48	0	0	0	0	0,61	0,61
50	47	3,9	3,9	4,64	4,64	3,56	4,17
40	46	8,47	12,37	13,48	18,12	14,72	18,89
31,6	45	21,33	33,70	23,30	41,42	23,35	42,24
25	44	18,65	52,35	19,88	61,30	16,45	58,60
20	43	13,46	65,81	12,11	73,41	12,20	70,89
16	42	8,99	74,80	4,20	77,61	5,80	76,69
12,5	41	4,87	79,67	2,20	79,81	2,45	79,14
10	40	3,03	82,70	2,01	81,82	1,90	81,04
8	39	2,80	85,50	1,90	83,72	1,60	82,64
6,3	38	1,50	87,00	1,40	85,12	1,35	83,99
5	37	1,02	88,02	1,00	86,12	1,30	85,29
4	36	0,90	88,90	0,80	86,92	1,00	86,29
3,15	35	0,80	89,72	1,00	87,92	0,70	86,99
2,5	34	0,80	90,52	0,60	88,52	0,70	87,69
2	33	0,72	91,24	0,50	89,02	0,50	88,19
1,6	32	0,65	91,89	0,47	89,49	0,40	88,59
1,25	31	0,58	92,47	0,39	89,88	0,31	88,90
1	30	0,45	92,92	0,35	90,23	0,20	89,10
0,8	29	0,30	93,22	0,29	90,52	0,10	89,20
0,63	28	0,27	93,48	0,27	90,79	0,10	89,30
0,5	27	0,17	93,66	0,29	91,08	0,05	89,35
0,4	26	0,15	93,81	0,32	91,40	0,05	89,40
0,315	25	0,12	93,93	0,30	91,70	0	89,40
0,25	24	0,10	94,03	0,29	91,99	0	89,40
0,2	23	0,10	94,13	0,22	92,21	0	89,40
			100,00		100,00		100,00
Tamisat.....		5,87		7,79		10,60	
Formes	$\left\{ \frac{D}{L} \dots \right.$	0,691		0,745		0,751	
	$\left\{ \frac{E}{D} \dots \right.$	0,672		0,663		0,614	
Débit en t/h...		4,6		3,2		3,35	
Énergie consommée en kWh.		741		552		545	
Énergie consommée en kWh par tonne....		0,161		0,172		0,163	

TABLEAU II. — CALCAIRE SILICEUX.

VITESSE en tr/mn Passoires		GRANULOMÉTRIE					
		430		350		260	
Ouverture	Module	Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %	
		Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé
80	49	0	0	0	0	0	0
63	48	0	0	0	0	2,00	2,00
50	47	5,4	5,4	5,7	5,7	6,70	8,70
40	46	9,88	15,28	10,15	15,85	12,60	21,30
31,6	45	19,55	34,83	20,70	36,55	20,40	41,70
25	44	18,76	53,59	17,47	54,02	13,70	55,40
20	43	11,88	65,47	11,99	66,01	13,40	68,80
16	42	6,04	71,51	7,28	73,29	6,20	75,00
12,5	41	4,39	75,90	5,30	78,59	2,80	77,80
10	40	4,21	80,11	5,00	83,59	2,72	80,52
8	39	3,89	84,00	0,80	84,39	2,00	82,52
6,3	38	2,67	86,67	2,51	86,90	1,75	84,27
5	37	2,11	88,78	1,30	88,20	1,40	85,67
4	36	1,97	90,75	1,90	90,10	1,15	86,82
3,15	35	1,49	92,24	0,80	90,90	1,10	87,92
2,5	34	1,24	93,48	0,65	91,55	1,05	88,97
2	33	1,04	94,52	0,55	92,10	0,90	89,87
1,6	32	0,86	95,38	0,40	92,50	0,70	90,57
1,25	31	0,70	96,08	0,35	92,85	0,70	91,27
1	30	0,42	96,50	0,25	93,10	0,51	91,78
0,8	29	0,31	96,81	0,15	93,25	0,60	92,38
0,63	28	0,24	97,05	0,20	93,45	0,45	92,83
0,5	27	0,19	97,24	0,15	93,60	0,40	93,23
0,4	26	0,14	97,38	0,10	93,70	0,40	93,63
0,315	25	0,09	97,47	0,10	93,80	0,33	93,96
0,25	24	0	97,47	0,05	93,85	0,20	94,16
0,2	23	0	97,47	0,05	93,90	0,25	94,41
			100,00		100,00		100,00
Tamisat.....		2,53		6,10		5,59	
Formes	$\left\{ \frac{D}{L} \dots \right.$	0,734		0,705		0,736	
	$\left\{ \frac{E}{D} \dots \right.$	0,710		0,572		0,591	
Débit en t/h...		5,97		4,97		4,9	
Énergie consommée en kWh.		1 720		1 590		1 595	
Énergie consommée en kWh par tonne....		0,288		0,320		0,326	

TABLEAU III. — GRANIT.

VITESSE		GRANULOMÉTRIE							
en tr/mn		430		350		260			
Passeoires		Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %			
Ouverture	Module	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé		
80	49	2,91	2,91	2,01	2,01	0	0		
63	48	0,80	3,71	2,98	4,99	1,49	1,49		
50	47	5,36	9,07	6,50	11,49	7,51	9,00		
40	46	13,82	22,89	17,75	29,24	15,08	24,08		
31,6	45	19,15	42,04	21,16	50,40	20,92	45,00		
25	44	17,38	59,42	14,88	65,28	13,95	58,95		
20	43	11,51	70,93	11,07	76,35	7,55	66,50		
16	42	4,45	75,38	3,70	80,05	5,15	71,65		
12,5	41	4,01	79,39	3,70	83,75	5,10	76,75		
10	40	3,00	82,39	2,70	86,45	3,00	79,75		
8	39	2,91	85,30	2,10	88,55	4,20	83,95		
6,3	38	2,50	87,80	1,60	90,15	2,00	85,95		
5	37	1,90	89,70	1,20	91,35	1,00	86,95		
4	36	1,48	91,18	0,90	92,25	1,20	88,15		
3,15	35	1,11	92,29	1,10	93,35	1,70	89,85		
2,5	34	1,00	93,29	0,70	94,05	1,10	90,95		
2	33	0,91	94,20	0,60	94,65	1,00	91,95		
1,6	32	0,90	95,10	0,85	95,50	0,80	92,75		
1,25	31	0,85	95,95	0,62	96,12	0,60	93,35		
1	30	0,80	96,75	0,71	96,83	0,68	94,03		
0,8	29	0,80	97,55	0,68	97,51	0,60	94,63		
0,63	28	0,75	98,30	0,53	98,04	0,54	95,17		
0,50	27	0,70	99,00	0,49	98,53	0,50	95,67		
0,40	26	0,60	99,60	0,37	98,90	0,45	96,12		
0,315	25	0,20	99,80	0,19	99,09	0,38	96,50		
0,25	24	0,12	99,92	0,27	99,36	0,25	96,75		
0,20	23	0,05	99,97	0,15	99,51	0,25	96,95		
			100,00		100,00		100,00		
Tamisat.....		0,03		0,49		3,05			
Formes $\left\{ \begin{array}{l} \frac{D}{L} \dots \\ \frac{E}{D} \dots \end{array} \right.$		0,705		0,666		0,661			
		0,640		0,608		0,579			
Débit en t/h...		6,82		5,6		5,7			
Énergie consommée en kWh.		2 880		2 580		2 680			
Énergie consommée en kWh par tonne....		0,422		0,460		0,470			

TABLEAU IV. — CALCAIRE LITHOGRAPHIQUE.

VITESSE		GRANULOMÉTRIE							
en tr/mn		430		350		260			
Passeoires		Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %			
Ouverture	Module	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé		
80	49	0	0	1,50	1,50	0	0		
63	48	3,62	3,62	1,91	3,41	2,15	2,15		
50	47	10,69	14,31	8,79	12,20	6,64	8,79		
40	46	11,83	26,14	19,54	31,74	15,79	24,58		
31,6	45	21,23	47,37	20,90	52,64	20,93	45,51		
25	44	16,04	63,41	14,08	66,72	13,91	59,42		
20	43	11,22	74,63	9,60	76,32	10,13	69,55		
16	42	8,19	82,82	6,83	83,15	4,93	74,48		
12,5	41	6,13	88,95	4,40	87,55	5,40	79,88		
10	40	3,83	92,78	2,90	90,45	3,70	83,58		
8	39	2,10	94,88	2,00	92,45	2,80	86,38		
6,3	38	1,70	96,58	1,40	93,85	2,50	88,88		
5	37	0,90	97,48	1,20	95,05	1,90	90,78		
4	36	0,60	98,08	0,80	95,85	1,40	92,18		
3,15	35	0,40	98,48	0,60	96,45	1,00	93,18		
2,5	34	0,20	98,68	0,50	96,95	0,90	94,08		
2	33	0,10	98,78	0,45	97,40	0,90	94,98		
1,6	32	0,05	98,83	0,35	97,75	0,70	95,68		
1,25	31	0	98,83	0,30	98,05	0,60	96,28		
1	30	0	98,83	0,20	98,25	0,60	96,88		
0,8	29	0,05	98,88	0,15	98,40	0,55	97,43		
0,63	28	0,05	98,93	0,15	98,55	0,45	97,88		
0,5	27	0,05	98,98	0,20	98,75	0,40	98,28		
0,4	26	0,05	99,03	0,18	98,93	0,20	98,48		
0,315	25	0	99,03	0,15	99,08	0,15	98,63		
0,25	24	0	99,03	0,15	99,23	0,15	98,78		
0,2	23	0	99,03	0,15	99,38	0,10	98,88		
			100,00		100,00		100,00		
Tamisat.....		0,77		0,62		1,12			
Formes $\left\{ \begin{array}{l} \frac{D}{L} \dots \\ \frac{E}{D} \dots \end{array} \right.$		0,731		0,648		0,648			
		0,644		0,570		0,514			
Débit en t/h...		7,4		6,75		6,0			
Énergie consommée en kWh.		3 440		3 240		3 380			
Énergie consommée en kWh par tonne....		0,465		0,480		0,563			

Les dimensions du point à 85 % pour les différentes vitesses sont données dans le tableau V.



TABLEAU V.

	NATURE DE LA ROCHE	VITESSE DE ROTATION de l'arbre en tr/mn		
		260	350	430
Dimen- sions du point à 85 %.	Calcaire tendre .....	42 mm	42 mm	38 mm
	— siliceux .....	45 —	42 —	40 —
	Granit .....	44 —	48 —	44 —
	Calcaire lithographique..	45 —	48 —	50 —

*Influence de la vitesse sur la quantité d'éléments fins.*

Nous avons appelé éléments fins tous les fragments inférieurs à 6,3 mm.

Les ordonnées du point d'abscisses 6,3 mm obtenues pour les différentes roches et pour chaque vitesse de rotation, sont rassemblées dans le tableau VI.

TABLEAU VI.

	NATURE DES ROCES	DIFFÉRENTES VITESSES de rotation		
		260 tr/mn	350 tr/mn	430 tr/mn
Ordonnées du point 6,3 en %.	Calcaire tendre .....	16	15	13 %
	— siliceux .....	15,5	13,5	13,0
	Granit .....	14,5	10	12,0
	Calcaire lithographique..	11,0	6,5	3,0

Sur la figure 12 on a représenté la variation de la quantité d'éléments fins en fonction de la vitesse de rotation.

Avec les vitesses étudiées, quelle que soit la nature de la roche, l'accroissement de la vitesse diminue la quantité d'éléments fins.

On voit aussi que la variation des éléments fins est d'autant plus importante que les roches sont plus dures.

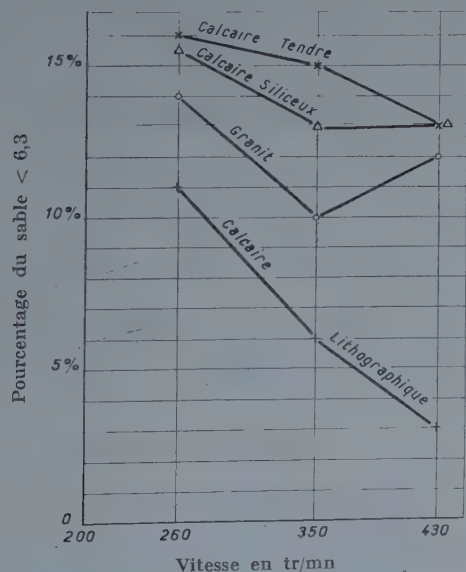


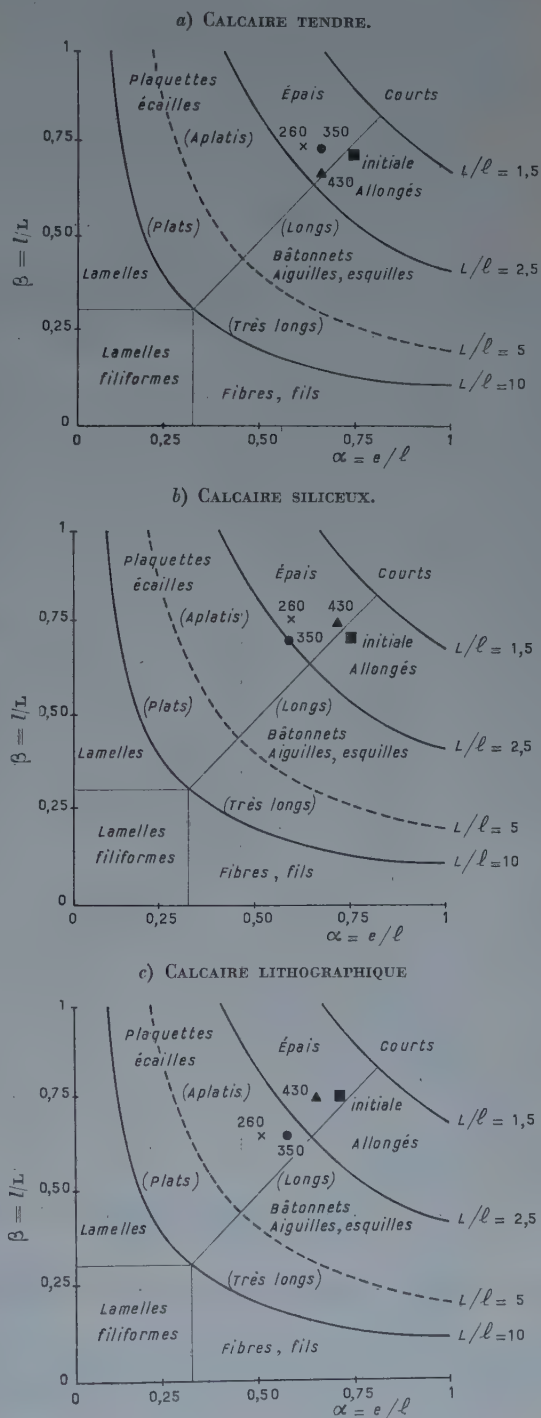
FIG. 12. — Variation de la quantité d'éléments fins en fonction de la vitesse de rotation.

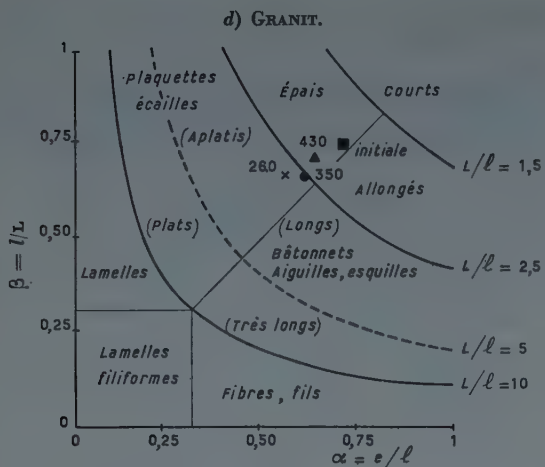
**4,132 Influence de la vitesse sur la forme des fragments obtenus.**

Sur les figures 13 a, b, c et d on a représenté pour chaque roche l'évolution des formes obtenues avec les différentes vitesses.

On observe que si la vitesse décroît le point représentatif de la forme du grain passe de la forme épais, à la forme aplati.

FIG. 13. — Mesures des formes.





Avec les matériaux durs l'accroissement de la vitesse améliore la forme du produit, tandis qu'avec les matériaux tendres la variation de la vitesse ne semble pas modifier la forme des fragments.

#### 4,133 Influence de la vitesse sur le débit du produit obtenu.

Sur la figure 14, on a tracé la variation du débit en fonction de la vitesse pour les différentes roches. On voit que le débit augmente en fonction de la vitesse, de 0 à 260 tr/mn, et puis on observe un palier entre 260 et 350 tr/mn, puis un accroissement au-delà de 350 tr/mn.

L'allure générale de la variation est identique quelle que soit la nature de la roche.

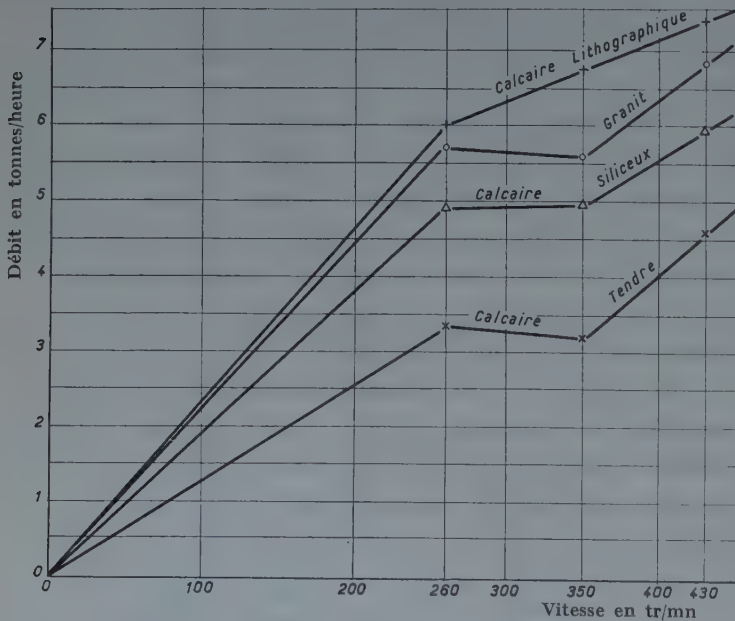


FIG. 14. — Variation du débit en fonction de la vitesse pour les différentes roches.

#### 4,134 Influence de la vitesse sur la force motrice consommée.

Dans le tableau VII, on a rassemblé les différentes énergies consommées par tonne pour les trois vitesses de rotation essayées. On voit que l'accroissement de la vitesse diminue l'énergie consommée par tonne.

Ce résultat confirme la valeur trouvée de la vitesse théorique optimum (4,141).

TABEAU VII. — Énergie consommée (kWh/t).

NATURE DES MATÉRIEAUX	VITESSES DE ROTATION en tr/mn		
	430	350	260
Calcaire tendre.....	0,161	0,172	0,163
Calcaire siliceux.....	0,288	0,320	0,326
Granit. ....	0,422	0,460	0,470
Calcaire lithographique.	0,465	0,480	0,563

#### 4,14 Résumé de l'influence de la vitesse.

##### 4,141 Application des formules théoriques.

La vitesse théorique est donnée par l'expression (2,23).

$$n \text{ tr/mn} = \sqrt{\frac{K \times 450g\theta}{c}}$$

dans laquelle

$$\begin{aligned} K &= 0,75; \\ g &= 9,81; \\ \theta &= 220; \\ c &= 0,008 \text{ m}; \end{aligned}$$

on obtient  $n = 410 \text{ tr/mn}$ .

##### 4,142 Juxtaposition des études expérimentales et théoriques. Conclusions pratiques.

Nos résultats confirment que la vitesse optimum est voisine de 410 tr/mn.

Une chute de la vitesse de rotation à partir de cette vitesse optimum théorique entraîne les variations suivantes :

- 1° Augmentation des éléments fins;
- 2° Augmentation des éléments plats et anguleux;
- 3° Chute du débit;
- 4° Accroissement de l'énergie horaire consommée par tonne.

Une chute de la vitesse de rotation peut être dangereuse sur le rendement pratique. Le phénomène est d'autant plus accentué que la résistance intrinsèque des roches est plus élevée.

#### 4,2 Variation du réglage.

##### 4,21 Caractéristiques de l'essai.

Les différents réglages essayés sont les suivants :

$$\begin{aligned} r &= 24 \text{ mm} & (r_1 &= 20 & r_2 &= 28 \text{ mm}); \\ r &= 28 \text{ mm} & (r_1 &= 24 & r_2 &= 32 \text{ mm}); \\ r &= 34 \text{ mm} & (r_1 &= 30 & r_2 &= 38 \text{ mm}). \end{aligned}$$



La vitesse de rotation de l'arbre est de : 350 tr/mn.

Les natures des matériaux à concasser sont : du granit et du calcaire tendre.

Deux granulométries d'alimentation ont été utilisées pour effectuer ces essais.

Une granulométrie calibrée (50-80 mm).

**TABEAU VIII. — CALCAIRE TENDRE.**

**Granulométrie initiale sélectionnée.**

RÉGLAGE		GRANULOMÉTRIE					
en mm		20-28		24-32		30-38	
Passeoires		Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %	
Ouverture	Module	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé
80	49	0	0	0	0	0	0
63	48	0	0	0	0	1,83	1,83
50	47	1,54	1,54	4,64	4,64	10,24	12,07
40	46	9,40	10,94	13,48	18,12	21,63	33,70
31,6	45	19,81	30,75	23,30	41,42	25,09	58,79
25	44	21,73	52,48	19,88	61,30	8,93	67,72
20	43	14,11	66,59	12,11	73,41	6,54	74,26
16	42	4,58	71,17	4,20	77,61	1,08	75,34
12,5	41	3,00	74,17	2,20	79,81	3,00	78,34
10	40	3,00	77,17	2,01	81,82	2,10	80,44
8	39	2,30	79,47	1,90	83,72	1,60	82,04
6,3	38	1,70	81,17	1,40	85,12	1,40	83,44
5	37	1,00	82,17	1,00	86,12	1,00	84,44
4	36	0,90	83,07	0,80	86,92	1,80	86,24
3,15	35	1,70	84,77	1,00	87,92	1,50	87,74
2,5	34	1,00	85,77	0,60	88,52	1,40	89,14
2	33	0,80	86,57	0,50	89,02	1,00	90,14
1,6	32	0,65	87,22	0,47	89,49	0,90	91,04
1,25	31	0,51	87,73	0,39	89,88	0,74	91,78
1	30	0,48	88,21	0,35	90,23	0,82	92,60
0,8	29	0,34	88,55	0,29	90,52	0,65	93,35
0,63	28	0,41	88,96	0,27	90,79	0,60	93,95
0,5	27	0,29	89,25	0,29	91,08	0,58	94,53
0,4	26	0,30	89,55	0,32	91,40	0,47	95,00
0,315	25	0,26	89,81	0,30	91,70	0,31	95,31
0,25	24	0,19	90,00	0,29	91,99	0,39	93,70
0,2	23	0,21	90,21	0,22	92,21	0,21	95,91
		100,00		100,00		100,00	
Tamisat.....		9,79		7,79		4,09	
Formes $\left\{ \begin{array}{l} \frac{D}{L} \dots \\ \frac{E}{D} \dots \end{array} \right.$		0,729		0,745		0,702	
		0,672		0,663		0,627	
Débit en t/h...		3,8		3,2		4,8	
Énergie consommée en kWh		0,890		0,550		0,845	
Énergie consommée en kWh par tonne....		0,234		0,172		0,176	

Une granulométrie tout venant (0/80 mm) (les courbes granulométriques sont représentées figure 6).

#### 4,22 Résultats obtenus pour les différents réglages et différentes granulométries initiales.

Les résultats des essais sont consignés dans les tableaux VIII à XI.

**TABEAU IX. — GRANIT.**

**Granulométrie initiale sélectionnée.**

RÉGLAGE		GRANULOMÉTRIE					
en mm		20-28		24-32		30-38	
Passeoires		Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %	
Ouverture	Module	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé
80	49	0	0	2,01	2,01	3,30	3,30
63	48	0	0	2,98	4,99	8,49	11,79
50	47	2,42	2,42	6,50	11,49	18,15	29,94
40	46	8,58	11,00	17,75	29,24	21,32	51,26
31,6	45	16,82	27,82	21,16	50,40	17,82	69,08
25	44	21,44	49,26	14,88	65,28	8,82	77,90
20	43	14,46	63,72	11,07	76,35	6,74	84,64
16	42	10,19	73,91	3,70	80,05	1,57	86,21
12,5	41	2,65	76,56	3,70	83,75	2,60	88,81
10	40	3,20	79,76	2,70	86,45	1,80	90,61
8	39	2,60	82,36	2,10	88,55	1,50	92,11
6,3	38	2,20	84,56	1,60	90,15	1,00	93,11
5	37	2,30	86,86	1,20	91,35	0,85	93,96
4	36	1,80	88,66	0,90	92,25	0,70	94,66
3,15	35	1,30	89,96	1,10	93,35	0,62	95,28
2,5	34	1,00	90,96	0,70	94,05	0,57	95,85
2	33	0,60	91,56	0,60	94,65	0,38	96,23
1,6	32	0,50	92,06	0,85	95,50	0,41	96,64
1,25	31	0,80	92,86	0,62	96,12	0,39	97,03
1	30	0,88	93,74	0,71	96,83	0,37	97,40
0,8	29	0,75	94,49	0,68	97,51	0,31	97,71
0,63	28	0,55	95,04	0,53	98,04	0,34	98,05
0,5	27	0,50	95,54	0,49	98,53	0,29	98,34
0,4	26	0,42	95,96	0,37	98,90	0,30	98,64
0,315	25	0,71	96,67	0,19	99,09	0,19	98,83
0,25	24	0,27	96,94	0,27	99,36	0,21	99,04
0,2	23	0,52	97,46	0,15	99,51	0,20	99,24
		100,00		100,00		100,00	
Tamisat.....		2,54		0,49		0,76	
Formes $\left\{ \begin{array}{l} \frac{D}{L} \dots \\ \frac{E}{D} \dots \end{array} \right.$		0,701		0,666		0,664	
		0,633		0,608		0,515	
Débit en t/h...		5,1		5,6		7,1	
Énergie consommée en kWh		2,280		2,580		3,120	
Énergie consommée en kWh par tonne....		0,448		0,460		0,440	

TABLEAU X. — CALCAIRE TENDRE.

**Granulométrie initiale tout venant.**

RÉGLAGE en mm		GRANULOMÉTRIE					
Passoires		20-28		24-32		30-38	
		Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %	
Ouverture	Module	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé
80	49	0	0	0	0	0	0
63	48	0,46	0,46	0,62	0,62	4,17	4,17
50	47	0,58	1,04	2,56	3,18	8,45	12,62
40	46	9,17	10,21	10,91	14,09	16,09	28,71
31,6	45	19,34	29,55	21,60	35,69	21,26	52,97
25	44	17,72	47,27	19,58	55,27	11,87	64,84
20	43	10,12	57,39	11,43	66,70	7,66	72,50
16	42	9,23	66,62	4,61	71,31	2,93	75,43
12,5	41	4,00	70,62	4,20	75,51	2,60	78,03
10	40	3,00	73,62	3,10	78,61	2,00	80,03
8	39	2,30	75,92	2,30	80,91	1,40	81,43
6,3	38	2,20	78,12	1,50	82,41	1,20	82,63
5	37	1,80	79,92	1,10	83,51	0,80	83,43
4	36	1,20	81,12	0,90	84,41	0,80	84,23
3,15	35	1,60	82,72	0,90	85,31	0,90	85,13
2,5	34	1,10	83,82	0,70	86,01	0,70	85,83
2	33	1,00	84,82	0,50	86,51	0,50	86,33
1,6	32	0,80	85,62	0,45	86,96	0,61	86,91
1,25	31	0,70	86,32	0,41	87,37	0,58	87,52
1	30	0,60	86,92	0,38	87,75	0,49	88,01
0,8	29	0,42	87,34	0,31	88,06	0,38	88,39
0,63	28	0,39	87,73	0,29	88,35	0,34	88,73
0,5	27	0,21	87,94	0,22	88,57	0,31	89,04
0,4	26	0,17	88,11	0,19	88,76	0,30	89,34
0,315	25	0,18	88,29	0,11	88,87	0,29	89,63
0,25	24	0,04	88,33	0,09	88,96	0,25	89,88
0,2	23	0,04	88,37	0,04	89,00	0,21	90,09
		100,00		100,00		100,00	
Tamisat. ....		12,63		11,0		9,91	
Formes $\left\{ \begin{array}{l} \frac{D}{L} \dots \\ \frac{D}{E} \dots \end{array} \right.$		0,755		0,716		0,746	
		0,670		0,678		0,700	
Débit en t/h...		7,2		9,9		14,4	
Énergie consommée en kWh.		1,290		1,570		1,880	
Énergie consommée en kWh par tonne....		0,179		0,159		0,131	

TABLEAU XI. — GRANIT.

**Granulométrie initiale tout venant.**

RÉGLAGE en mm		GRANULOMÉTRIE					
Passoires		20-28		24-32		30-38	
		Poids retenu en %		Poids retenu en %		Poids retenu en %	
Ouverture	Module	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé	Partiel	Cumulé
80	49	0	0	0	0	0	0
63	48	1,22	1,22	0	0	3,75	3,75
50	47	3,06	4,28	5,25	5,25	12,47	16,22
40	46	10,58	14,86	11,63	16,88	20,58	36,80
31,6	45	16,32	31,18	21,59	38,47	16,80	53,60
25	44	19,98	51,16	13,06	51,53	9,82	63,42
20	43	14,21	65,37	12,12	63,65	8,66	72,08
16	42	6,55	71,92	6,07	69,72	6,05	78,13
12,5	41	5,80	77,72	5,30	75,02	4,40	82,53
10	40	4,20	81,92	4,80	79,82	3,10	85,63
8	39	3,40	85,32	3,48	83,30	2,50	88,13
6,3	38	2,00	87,32	2,80	86,10	1,80	89,93
5	37	1,50	88,82	2,00	88,10	1,30	91,23
4	36	1,20	90,02	2,20	90,30	1,00	92,23
3,15	35	1,50	91,52	1,60	91,90	0,80	93,03
2,5	34	0,70	92,22	1,00	92,90	0,90	93,93
2	33	0,60	92,82	0,80	93,70	0,80	94,73
1,6	32	0,87	93,69	0,75	94,45	0,71	95,44
1,25	31	0,81	94,50	0,68	95,13	0,68	96,12
1	30	0,76	95,26	0,71	95,84	0,54	96,66
0,8	29	0,72	95,98	0,70	96,54	0,47	97,13
0,63	28	0,57	96,55	0,48	97,02	0,32	97,45
0,5	27	0,32	96,87	0,39	97,41	0,22	97,67
0,4	26	0,21	97,08	0,27	97,68	0,24	97,91
0,315	25	0,17	97,25	0,19	97,87	0,20	98,11
0,25	24	0,39	97,64	0,22	98,09	0,19	98,30
0,2	23	0,11	97,75	0,17	98,26	0,13	98,43
		100,00		100,00		100,00	
Tamisat. ....		2,25		1,74		1,57	
Formes $\left\{ \begin{array}{l} \frac{D}{L} \dots \\ \frac{D}{E} \dots \end{array} \right.$		0,655		0,649		0,681	
		0,635		0,587		0,512	
Débit en t/h...		11,5		13,3		16,2	
Énergie consommée en kWh.		4,450		5,280		6,150	
Énergie consommée en kWh par tonne...		0,387		0,397		0,380	

4,23

### Interprétation des résultats.

#### 4,231 Influence du réglage sur la granulométrie du produit obtenu.

Sur les figures 15, 16 et 17 on a représenté les courbes granu-

lométriques des produits obtenus avec les différentes roches pour les trois réglages essayés.

Les résultats de la variation de la dimension du produit avec le réglage sont consignés dans le tableau XII.



COURBES GRANULOMÉTRIQUES

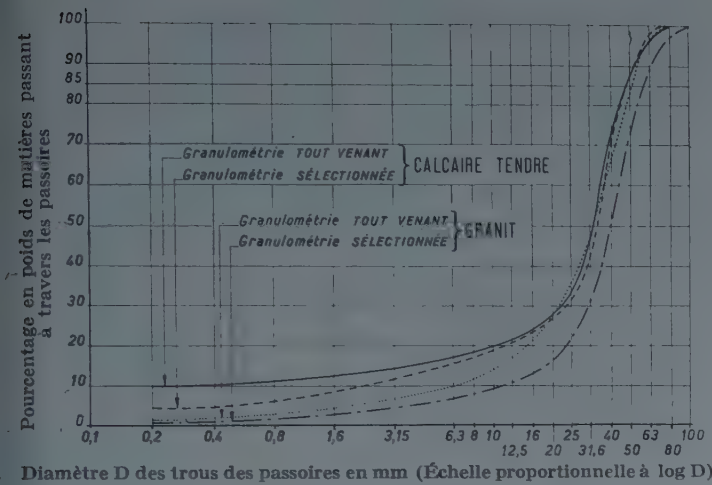


FIG. 15. — Réglage 30-38.

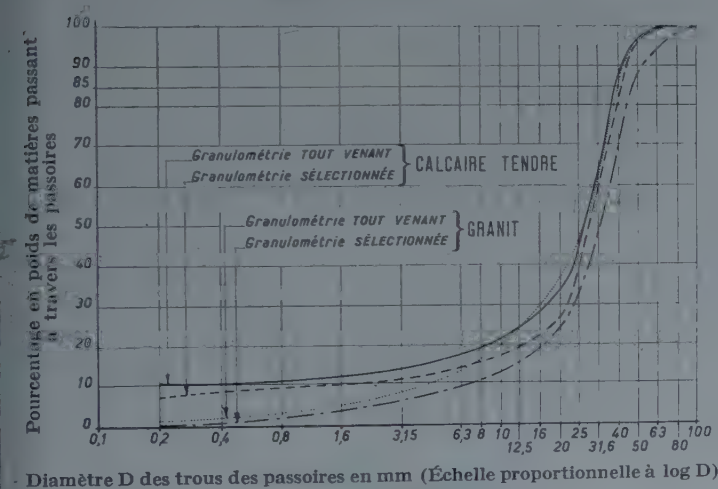


FIG. 16. — Réglage 24-32.

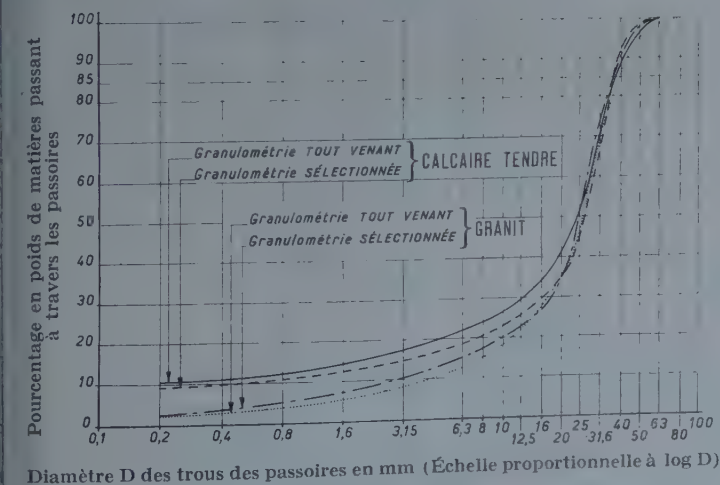


FIG. 17. — Réglage 20-28.

TABLEAU XII.

RÉGLAGE	RÉGLAGE moyen	DIMENSION DU PRODUIT (point à 85 %)				RAPPORT	
		Granit		Calcaire tendre		Dimen- sion moyenne	Dimen- sion réglage
		Granu- lomé- trie sélec- tion- née	Granu- lomé- trie tout venant	Granu- lomé- trie sélec- tion- née	Granu- lomé- trie tout venant		
30-38	34	60	52	50	51	50	1,5
24-32	28	45	42	41	40	41,5	1,47
20-28	24	35	40	35	35	36	1,5

Sur la figure 18, on a porté la variation de la dimension du produit en fonction du réglage moyen.

On voit que la dimension du produit en fonction du réglage varie linéairement.

On a la relation suivante :  $D = 1,5r$ .

La dimension augmente plus rapidement que le réglage. Pour une variation de réglage de 10 mm (de 24 à 34 mm), la dimension du produit varie de 15 mm (de 36 à 51 mm).

Relation entre la dimension du produit et l'ouverture du concasseur.

A priori, on pourrait penser que cette dimension est égale à l'ouverture, mais l'ouverture de sortie du concasseur se présente comme une fente curviligne qui ne limite la dimension du produit que dans un sens.

Le tamis de contrôle au contraire la limite dans deux sens et des éléments de section droite rectangulaire peuvent passer dans le concasseur et ne pas passer au crible.

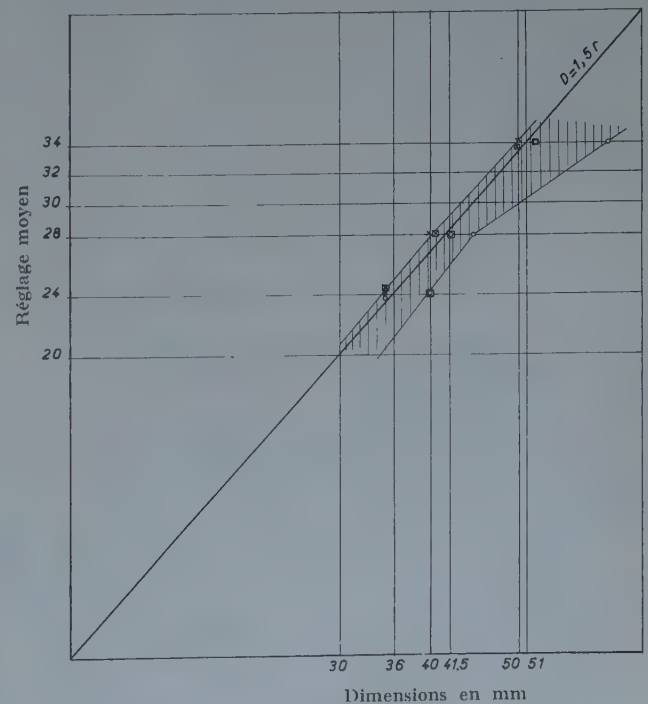


FIG. 18. — Variation des dimensions du produit en fonction du réglage moyen.

Dans le tableau XIII on a rassemblé les refus (pourcentages cumulés) correspondant aux passoires de diamètres 28 mm, 32 mm et 38 mm.

TABLEAU XIII.

DIAMÈTRE des passoires	REFUS EN %			
	Granit sélectionné	Granit tout venant	Calcaire sélectionné	Calcaire tout venant
28 mm	44 %	39 %	49 %	43 %
32 —	49 —	36 —	37 —	33 —
38 —	55 —	47 —	47 —	33 —

On constate que le matériau produit laisse selon la nature de la roche de 33 à 55 % de refus sur la passoire, de diamètre égal au fond de course arrière.

*Influence du réglage sur les éléments fins produits.*

Les pourcentages cumulés d'éléments inférieurs à 6,3, trouvés pour les trois réglages sont rassemblés dans le tableau XIV.

TABLEAU XIV.

NATURE des roches	GRANULO- MÉTRIE d'alimen- tation	RAPPORT de réduction	3,33	2,85	2,35
		Réglage	20-28	24-32	30-38
Calcaire tendre.	Tout venant.	21	18	17	
	Sélectionnée.	19	15	16	
Granit.	Tout venant.	12	14	10	
	Sélectionnée	15	10	7	
MOYENNE ..		17 %	14 %	12,5 %	

Sur les figures 19 et 20, nous avons représenté les courbes granulométriques correspondant successivement aux réglages 20-28, 24-32, 30-38.

On constate que la forme de ces courbes est différente. Pour le granit, avec une ouverture maximum de 38 mm le pourcentage de sable inférieur à 6,3 est de 7 %, avec une ouverture maximum de 32, il est de 10 %, avec une ouverture de 28 mm, il est de 15 %.

Le rapport de réduction (rapport entre la dimension du produit à l'entrée et à la sortie du concasseur) passe de 2,35 à 2,85 et 3,33 respectivement.

Sur la figure 21, on voit que le pourcentage d'éléments fins croît avec le taux de réduction.

(Pour le taux de réduction 1, c'est-à-dire si le produit à la sortie est le même qu'à l'entrée, le pourcentage d'éléments fins est de 6 %, c'est la granulométrie du produit tout venant à l'alimentation.)

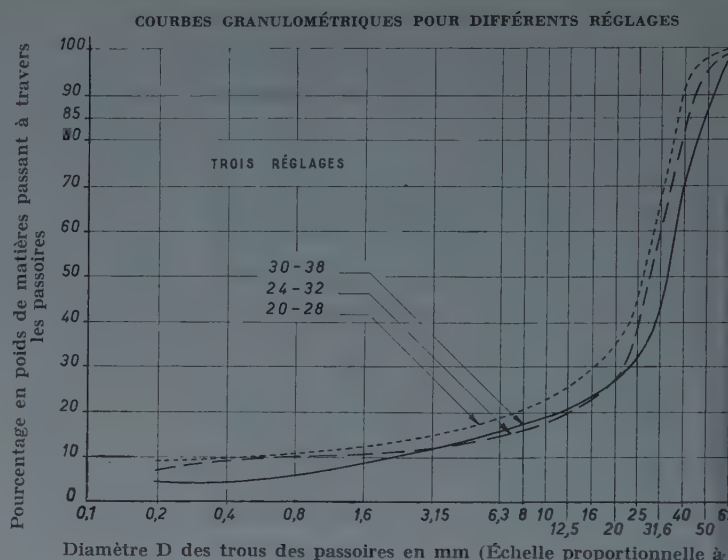


FIG. 19. — Calcaire tendre. Alimentation sélectionnée.

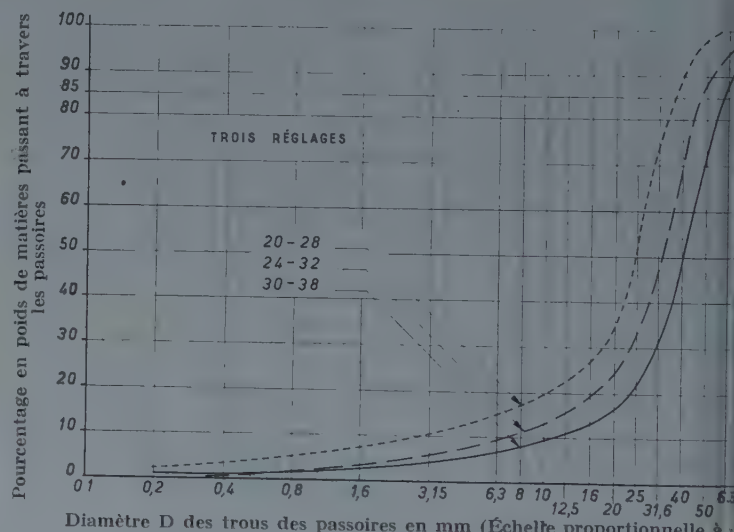


FIG. 20. — Granit. Alimentation sélectionnée.

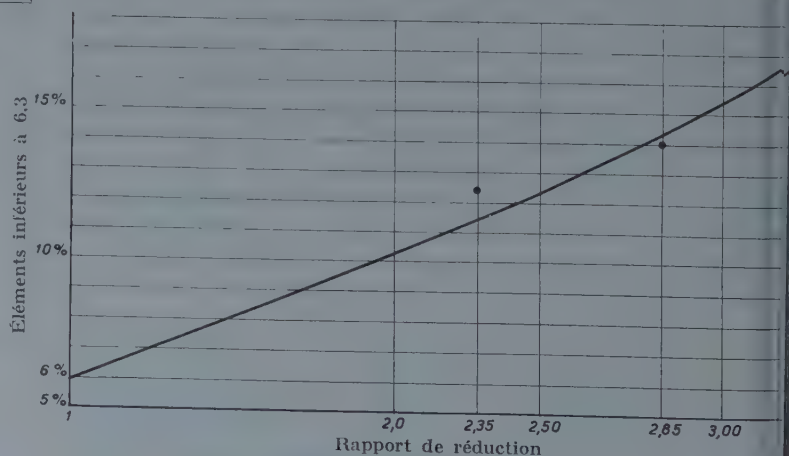


FIG. 21. — Variation de la quantité d'éléments fins en fonction du rapport de réduction.



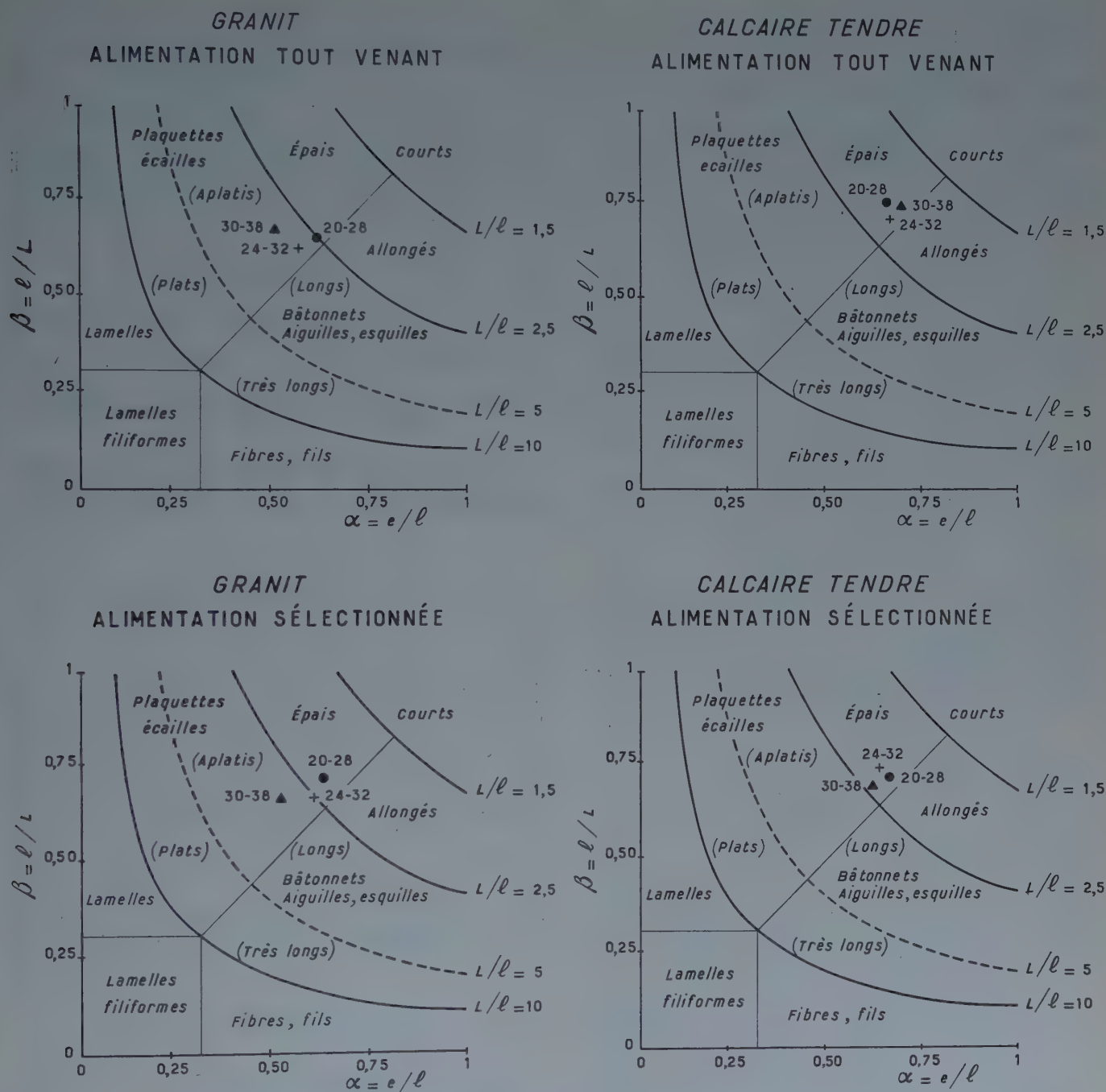


FIG. 22. — Mesures des formes.

#### 4,232 Influence du réglage sur la forme du produit.

Sur la figure 22, on a représenté l'évolution des formes obtenues pour différents réglages.

On observe que si le réglage diminue, le point représentatif de la forme varie.

La variation est plus appréciable pour le granit que pour le calcaire tendre.

Pour les matériaux tendres, les formes restent dans la zone « épais », tandis que pour le granit, les grains passent de la forme aplatis à épais.

On améliore la forme des grains si on serre le réglage du concasseur, si on freine la descente.

Toute disposition qui augmente le nombre d'actions mécaniques auxquelles le grain est soumis est favorable à la cubicité.

Ce résultat est confirmé par la pratique qui consiste à recon-casser les « plats » pour améliorer la forme.

#### 4,233 Influence du réglage sur le débit.

##### 4,233 1 Relation théorique entre le réglage et le débit.

La relation entre le débit maximum et les autres caractéristiques du concasseur est la suivante :

$$P \text{ t/h} = 2\pi R (r + c) \sqrt{1\,620\,000 K g \frac{c}{\theta}}$$

La relation entre le réglage et le débit est donc :

$$P = K (r + c).$$

Pour le réglage (30-38)  $r_1 = 34$  mm nous avons  $P_1 = K (34 + 8)$ ;  
 — (24-32)  $r_2 = 28$  — — —  $P_2 = K (28 + 8)$ ;  
 — (20-28)  $r_3 = 24$  — — —  $P_3 = K (24 + 8)$ .

Donc les rapports des débits  $\frac{P_1}{P_3}$  ou  $\frac{P_2}{P_3}$  devront être respectivement proportionnels aux rapports :

$$\frac{r_1 + c}{r_3 + c} \quad \text{et} \quad \frac{r_2 + c}{r_3 + c}$$

##### 4,233 2 Résultats expérimentaux.

Dans le tableau XV, nous avons rassemblé les résultats des rapports des débits obtenus pour les trois réglages essayés.

On remarque que pour les roches dures, le débit et les ouvertures sont proportionnels.

Sur la figure 23, on a représenté les variations du débit en fonction du rapport de réduction. On voit que si le rapport de réduction croît, le débit décroît.

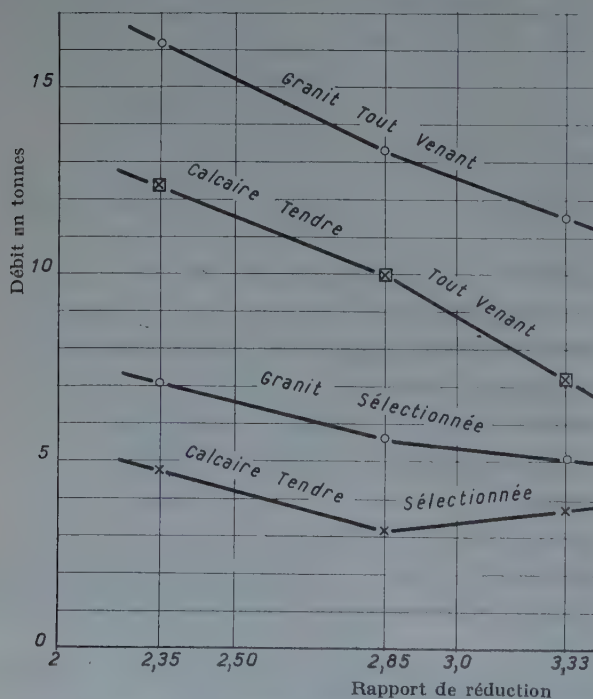


FIG. 23. — Variations du débit en fonction du rapport de réduction.

TABEAU XV.

RAPPORTS des réglages	RAPPORTS DES DÉBITS			
	Granit		Calcaire tendre	
	Granulométrie sélectionnée	Granulométrie tout venant	Granulométrie sélectionnée	Granulométrie tout venant
$\frac{r_1 + c}{r_3 + c} = 1,30$	$\frac{P_1}{P_3} = 1,4$	1,4	1,3	1,7
$\frac{r_2 + c}{r_3 + c} = 1,13$	$\frac{P_2}{P_3} = 1,09$	1,15	0,9	1,38

##### 4,234 Variation de l'énergie consommée en fonction du réglage.

Dans le tableau XVI, on a rassemblé les différentes énergies consommées par tonne pour les trois réglages étudiés. On voit que l'accroissement du taux de réduction, augmente l'énergie consommée par tonne.

TABEAU XVI.

##### Énergie consommée par tonne (kWh/t).

NATURE des roches	GRANULOMÉTRIE d'alimentation	RAPPORT de réduction	3,33	2,85	2,35
		Réglage	20,28	24,32	30,38
Calcaire tendre.	Tout venant.		0,179	0,159	0,131
	Sélectionnée		0,234	0,172	0,176
Granit.	Tout venant.		0,387	0,397	0,380
	Sélectionnée.		0,448	0,460	0,440

##### 4,24 Conclusion sur l'influence du réglage.

###### 4,241 Dimension du produit obtenu.

Une faible augmentation du réglage entraîne une augmentation plus importante de la dimension du produit  $D = 1,5r$ .

###### 4,242 Proportion d'éléments fins.

Si le réglage diminue (c'est-à-dire que le rapport de réduction croît) la proportion d'éléments fins augmente.

###### 4,243 Forme du produit.

Si le réglage diminue, la forme des grains semble s'améliorer légèrement.



**4,244 Débit.**

Si le réglage diminue, le débit diminue, car le débit est proportionnel à l'ouverture du concasseur.

**4,245 Énergie consommée.**

L'énergie consommée totale varie comme le débit. L'énergie consommée par tonne varie comme la quantité d'éléments fins produits. Quand le réglage diminue, l'énergie consommée par tonne augmente.

**4,3 Variation de la granulométrie d'alimentation.****4,31 Caractéristiques de l'essai.**

La vitesse de rotation de l'arbre est de 350 tr/mn.

Le réglage est de : 24 — 32 mm.

Les matériaux utilisés sont du calcaire tendre et du granit.

Leurs granulométries initiales sont indiquées figure 6.

**4,32 Résultats des essais.**

Les résultats des essais sont consignés dans les tableaux VIII, IX, X et XI.

**4,33 Interprétation des résultats.****4,331 Influence de la granulométrie initiale sur la granulométrie du produit.**

Sur les figures 15, 16 et 17, on a représenté les courbes granulométriques des produits obtenus avec deux sortes de granulométries d'alimentation (tout venant 0-80) et sélectionnée (50-80).

La granulométrie tout venant donne des produits plus fins (ceci provient de ce que la granulométrie tout venant contient des éléments fins).

*Influence de la granulométrie initiale sur la dimension du produit.*

La dimension du produit ne subit aucune variation appréciable si la granulométrie d'alimentation varie.

**4,332 Influence de la granulométrie initiale sur la forme du produit.**

On a représenté sur la figure 22, l'évolution des formes obtenues avec les deux granulométries d'alimentation. On n'observe aucune variation des formes des matériaux produits, lorsque la granulométrie d'alimentation varie.

**4,333 Influence de la granulométrie initiale sur le débit.**

Avec la granulométrie tout venant, le débit est beaucoup plus important qu'avec la granulométrie sélectionnée.

Dans le tableau XVII, nous avons rassemblé les différents débits obtenus pour chaque granulométrie d'alimentation.

**4,334 Influence de la granulométrie initiale sur l'énergie consommée.**

Dans le tableau XVI des énergies consommées par tonne (paragr. 4,234) obtenues pour les opérations de concassage effectuées avec deux granulométries d'alimentation :

Alimentation tout venant et  
Alimentation sélectionnée

nous voyons que l'énergie nécessaire au concassage du tout venant est plus faible que celle nécessaire au concassage du matériau sélectionné.

TABLEAU XVII.

NATURE de la roche	GRANULOMÉTRIE d'alimentation	RÉGLAGES en mm débits en t/h		
		20-28	24-32	30-38
Calcaire tendre.	Tout venant. .	7,2	9,9	12,4
	Sélectionnée...	3,8	3,2	4,8
Granit.	Tout venant..	11,5	13,3	16,2
	Sélectionnée ..	5,1	5,6	7,1

**4,335 Influence du précriblage.**

Cette série d'expériences réalisées avec différents réglages et différentes roches, en faisant varier comme seul paramètre la granulométrie du produit à l'alimentation nous permet d'étudier l'influence du précriblage sur la fragmentation.

**4,335 1 Influence du précriblage sur la granulométrie du produit obtenu.**

Le précriblage est l'opération qui consiste à ne faire passer dans le concasseur que les éléments suffisamment gros. Le produit tout venant qui doit être traité, a la granulométrie suivante :

Éléments inférieurs à 6,3.....	6 %
— compris entre 6,3 et 25 mm.	22 %
— — 25 et 50 mm.	44 %
— — 50 et 80 mm.	28 %

Ce produit doit être séparé en deux fractions par le crible d'ouverture 50 mm.

Seuls les éléments supérieurs à 50 mm (28 %) alimentent le concasseur.

Les éléments inférieurs à 50 mm (72 %) sont classés par tamisage.

Les résultats obtenus après ces opérations sont consignés dans le tableau XVIII.

1° Le concassage des éléments supérieurs à 50 mm a donné un produit ayant la granulométrie indiquée colonne 4 (soit au total 28 %).

2° Le classement par tamisage des éléments inférieurs à 50 mm a donné les résultats indiqués colonne 3 (soit au total 72 %).

3° Le total de ces deux opérations a donné la granulométrie indiquée colonne 5.

A la suite de ces opérations, on compare la granulométrie du produit obtenu en précriblant (colonne 5) et la granulométrie obtenue en traitant la totalité du tout venant au concasseur (colonne 2).

Sur la figure 24, on a représenté les quantités de grains obtenues pour chaque classe avec différents réglages étudiés.

On remarque que suivant les traitements :

Le précriblage diminue les éléments fins et très fins,

Le précriblage augmente les éléments moyens.

Le précriblage diminue les éléments gros.

En définitive, le précriblage augmente la sélectivité du produit, qui est le critère d'une bonne fragmentation.

Ce résultat semble découler du fait suivant : lorsque le tout venant passe dans le concasseur, il se produit sur les éléments

TABEAU XVIII.

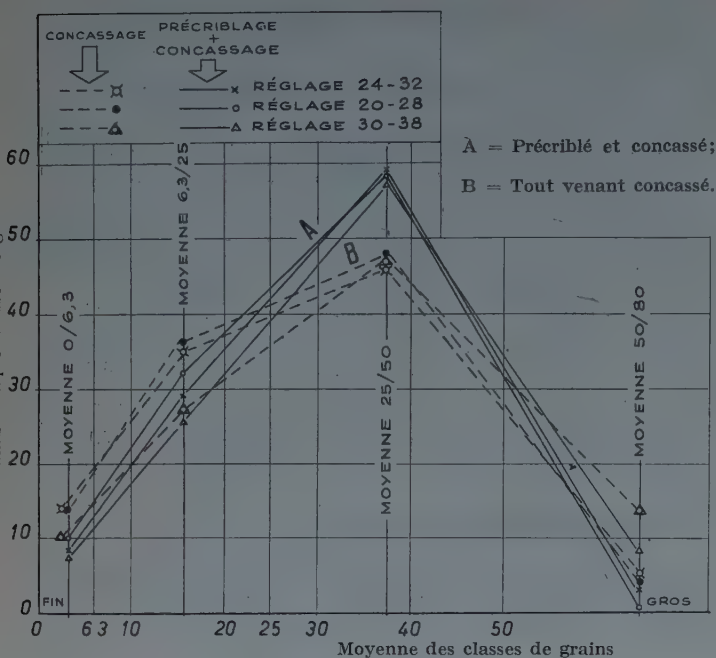


FIG. 24. — Quantités obtenues de chaque classe de grain en fonction des différents réglages étudiés.

déjà suffisamment fins, une série d'actions de frottements dus aux contacts des éléments entre eux et aux contacts des éléments fins contre les parois.

Il en résulte une production supplémentaire d'éléments fins qui est évitée si on sépare du tout venant les petits éléments avant le passage au concasseur.

#### 4,335 2 Influence du précriblage sur le débit du produit obtenu.

Sachant que le tout venant contient 28 % d'éléments compris entre 50 et 80 et que l'opération de précriblage consiste à ne faire passer que les éléments supérieurs à 50 mm dans le concasseur, nous avons cherché quelle quantité maximum de matériaux nous pourrions traiter à l'heure.

Nous avons considéré que le rendement du crible était de 80 %.

Le débit du concasseur obtenu avec une alimentation sélectionnée (50-80) est connu, d'après nos essais pour les deux roches (calcaire tendre et granit) et avec les trois réglages (20-28) (24-32) (30-38) tableau XIX (colonne 2).

On voit que pour le réglage 24-32 avec du granit, que le débit horaire du concasseur avec une alimentation sélectionnée est de 5,6 t/h.

La quantité de tout venant à mettre en œuvre pour que le concasseur alimenté en 50-80 ait un tel débit est de :

$$\frac{5,6 \times 100}{28} = 20 \text{ t/h}$$

comme le crible n'a qu'un rendement de 80 % la quantité de tout venant qui pourra être effectivement traitée sera de :

$$20 \text{ t} \times \frac{80}{100} = 16 \text{ t/h.}$$

A la suite de ces opérations, on compare dans le tableau XIX, le débit obtenu avec l'alimentation tout venant (1) et le débit obtenu en précriblant le tout venant (3). Le rapport des débits obtenus avec les deux traitements est indiqué colonne 4.

On voit que le précriblage permet dans le cas particulier de notre tout venant une amélioration du débit d'environ 25 %.

RÉGLAGE	TRAITEMENTS dimen- sions des classes de grains	ALIMENTATION		ALIMENTATION tout venant avec précriblage		POUR- CENTAGE obtenu par l'opé- ration de pré- criblage
		Sélec- tionnée	Tout- venant	Criblage des éléments inférieurs à 50 mm	Concas- sage des éléments supé- rieurs à 50 mm	
concas- sage	concas- sage	1	2	3	4	5
Nature de la roche : GRANIT.						
20-28	< 6,3	15	13	6	4,1	10,1
	6,3-25	36	36	22	10,3	32,3
	25 -50	47	47	44	13,0	57,0
	50 -80	2	4	0	0,6	0,6
24-32	< 6,3	10	14	6	2,8	8,8
	6,3-25	25	35	22	7,0	29,0
	25 -50	54	46	44	15,1	59,1
	50 -80	11	50	0	3,1	3,1
30-38	< 6,3	7	10	6	1,9	7,9
	6,3-25	15	27	22	4,3	26,3
	25 -50	48	47	44	13,4	57,4
	50 -80	30	16	0	8,4	8,4
Nature de la roche : CALCAIRE TENDRE.						
20-28	< 6,3	19	22	6	5,3	11,3
	6,3-25	29	31	22	8,2	30,2
	25 -50	50,5	46	44	14,1	58,1
	50 -80	1,5	1	0	0,4	0,4
24-32	< 6,3	17	18	6	4,8	10,8
	6,3-25	15	17	22	4,3	26,3
	25 -50	56	53	44	15,5	59,5
	50 -80	12	12	0	3,4	3,4
30-38	< 6,3	15	18	6	4,2	10,2
	6,3-25	24	27	22	6,7	28,7
	25 -50	57	42	44	16,0	60,0
	50 -80	4	3	0	1,1	1,1

#### 4,336 Influence du précriblage sur l'énergie consommée.

Considérons la quantité d'éléments compris entre 25 et 50 mm obtenue pour le réglage 24-32, avec le granit d'alimentation tout venant.

Nous voyons sur la figure 24 que suivant les traitements les quantités obtenues sont les suivantes :

Concassage seul du tout venant.	46 % de 25-50
Précriblage et concassage .....	58 % de 25-50

Les débits obtenus respectivement extraits des tableaux IX et XIX sont les suivants :

a) Le débit obtenu en concassant du tout venant est de 13,3 t/h dans cette quantité, il y a 46 % de 25-50 soit

$$\frac{13,3 \times 46}{100} = 6,12 \text{ t/h.}$$



b) Le débit obtenu en précriblant du tout venant et en concassant des éléments supérieurs à 50 mm est de 16 t/h, dans cette quantité il y a 58 % de 25-50 soit

$$\frac{16 \times 58}{100} = 9,25 \text{ t/h.}$$

TABLEAU XIX. — Tableau des différents débits obtenus.

RÉGLAGE	DÉBITS obtenus avec l'alimentation tout venant (comprenant 28 % de 50/80)	DÉBITS obtenus avec l'alimentation sélectionnée (50/80)	DÉBITS obtenus en précriblant (seuls les éléments supérieurs à 50 mm sont traités au concasseur)	RAPPORTS des débits obtenus avec le tout venant dans les deux cas
	1	2	3	4
<b>Nature de la roche : GRANIT.</b>				
	t/h	t/h	t/h	t/h
20-28	11,5	5,1	14,6	1,27
24-32	13,3	5,6	16,0	1,18
30-38	16,2	7,1	20,3	1,20
<b>Nature de la roche : CALCAIRE TENDRE.</b>				
20-28	7,2	3,8	10,9	1,51
24-32	9,9	3,2	9,3	0,94
30-38	12,4	4,8	13,7	1,10

Les énergies consommées sont :

a) Concassage du tout venant 5,28 kWh, soit une énergie consommée de :

$$\frac{5,28}{6,12} = 0,864 \text{ kWh par tonne de produit 25/50.}$$

b) Précriblage et concassage

Énergie nécessaire au crible..... 2,21 kWh

Énergie nécessaire pour concasser du sélectionné..... 2,58 kWh

4,79 kWh

soit  $\frac{4,79}{9,25} = 0,517 \text{ kWh par tonne de produit 25/50 créé.}$

L'économie réalisée par le précriblage sur l'énergie consommée est de 0,517 kWh par tonne de produit (25-50) créé soit environ 40 %.

#### 4,34 Résumé sur l'influence de la granulométrie d'alimentation.

##### 4,341 Dimension du produit.

La granulométrie du produit alimentant le concasseur n'a aucune influence sur la dimension du produit obtenu.

##### 4,342 Éléments fins.

Si la granulométrie initiale est sélectionnée, on obtient moins d'éléments fins. La granulométrie du produit obtenu est donc plus sélective.

##### 4,343 Forme des fragments.

La forme des fragments est inchangée, si on modifie la granulométrie du produit alimentant le concasseur.

##### 4,344 Le débit.

Avec un produit d'alimentation sélectionnée, le débit total de l'appareil est plus faible.

##### 4,345 L'énergie consommée.

L'énergie consommée par heure est plus importante si l'alimentation est constituée par des fragments sélectionnés au lieu d'être constituée par des éléments tout venant.

##### 4,346 Conclusion sur l'influence du précriblage.

Le précriblage améliore la sélectivité et le débit et diminue l'énergie consommée par heure et par tonne.

#### 4,4 Variation de la nature de la roche.

##### 4,41 Caractéristiques de l'essai.

Les vitesses de rotation utilisées sont 260-350 et 430 tr/mn. Le réglage est : 24-32 mm.

Les matériaux utilisés sont du calcaire tendre, du calcaire siliceux, du calcaire lithographique et du granit (voir leurs caractéristiques page 1138).

##### 4,42 Résultats obtenus.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux I, II, III et IV.

##### 4,43 Interprétation des résultats.

##### 4,431 Influence de la nature de la roche sur la granulométrie.

Variation de la dimension du produit en fonction de la résistance de rupture en compression :

NATURE DES ROCHES	CALCAIRE tendre	CALCAIRE siliceux	GRANIT	CALCAIRE lithographique
Résistance de rupture en compression (kg/cm <sup>2</sup> ).	135	862	1 350	1 795
Dimension du produit (moyenne des dimensions obtenues pour trois vitesses).....	40,6	42,3	45,3	47,6

Sur la figure 25 on a représenté la variation de la dimension du produit en fonction de la résistance de rupture en compression des roches.

On voit que la dimension des fragments croît si la résistance intrinsèque des roches croît.

Variation de la quantité d'éléments fins en fonction de la résistance de rupture en compression.

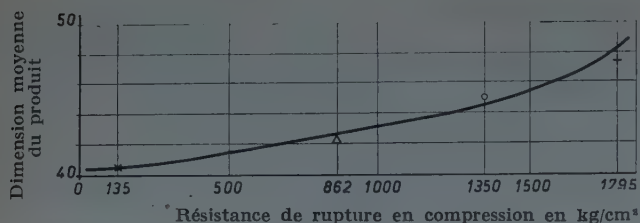


FIG. 25. — Variation de la dimension moyenne du produit en fonction de la résistance de rupture en compression

NATURE DES ROCHES	CALCAIRE tendre	CALCAIRE siliceux	GRANIT	CALCAIRE lithographique
Ordonnée moyenne du point 6,3.....	14,8 %	14 %	12,2 %	6,8 %

L'ordonnée du point 6,3 est la moyenne des ordonnées obtenues pour les trois vitesses.

Sur la figure 26 on a représenté la variation du pourcentage d'éléments fins obtenus (< 6,3) en fonction de la résistance de rupture en compression. On voit que si la résistance augmente, les éléments fins diminuent.

Ordonnée du point 6,3  
Éléments fins

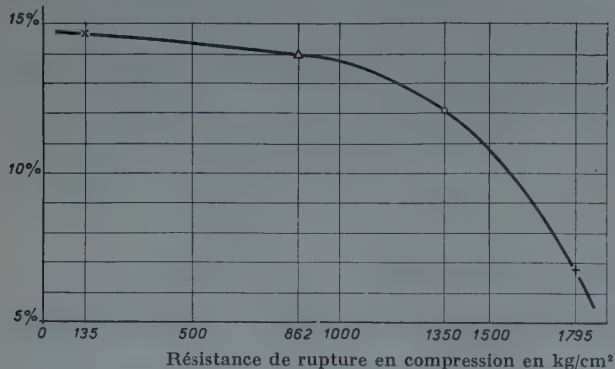


FIG. 26. — Variation du pourcentage d'éléments fins obtenus (&lt; 6,3) en fonction de la résistance de rupture en compression

#### 4,432 Influence de la nature de la roche sur la forme des produits obtenus.

Sur la figure 13, on a représenté l'évolution des formes des produits obtenus avec les différentes roches.

Depuis la forme initiale, c'est-à-dire la forme du produit à l'alimentation (préparation manuelle) jusqu'aux formes des produits obtenus pour les trois vitesses de rotations.

On voit que la fragmentation idéale est réalisée par le casseur de cailloux qui étale les morceaux devant lui et casse toujours les plus gros en deux (préparation des agrégats à l'alimentation).

Dans le cas où la rupture s'effectue par choc et en choisissant les morceaux (et non par pression et au hasard) la nature des matériaux ne semble pas avoir d'influence sur la forme des produits.

Mais dans le cas de la fragmentation au concasseur giratoire par pression, il n'y a pas choc car la vitesse des mâchoires n'est que de 10 cm/s, la forme du produit est influencée par la résistance intrinsèque des roches.

Le calcaire tendre donne toujours la meilleure forme (épais) avec du granit et du calcaire lithographique, la forme des fragments est située dans la zone des « aplatis » sur le carré des formes de M. PAVILLON.

#### 4,433 Influence de la nature de la roche sur le débit.

Sur la figure 27, nous avons représenté la variation du débit (en t/h) en fonction de la résistance de rupture en compression (en kg/cm²).

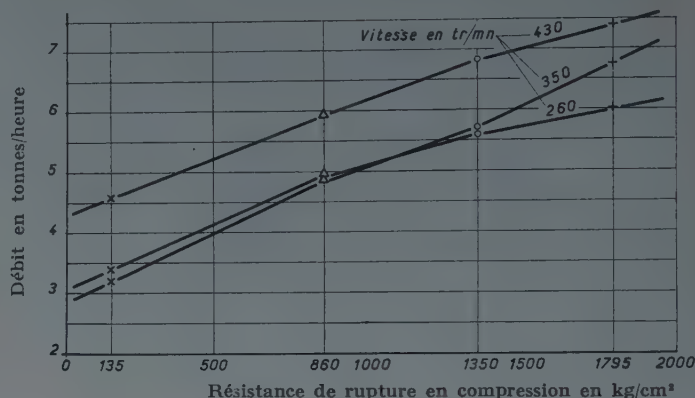


FIG. 27. — Variation du débit en fonction de la résistance de rupture en compression.

On voit que le débit augmente avec la résistance de rupture en compression.

L'accroissement du débit est plus faible que l'accroissement de la résistance de rupture en compression.

Il est possible de préciser qu'elle est l'influence de la résistance du matériau sur le débit.

Introduisons le coefficient K égal au rapport du débit expérimental au débit théorique. D'après (2,24) le débit théorique est égal au produit de la vitesse de rotation par le volume de la dernière tranche de grain. Or comme les vitesses expérimentales sont inférieures à la vitesse théorique maximum, il est possible aux matériaux de descendre d'une tranche pendant un tour de rotation.

Si la vitesse de rotation est de  $n$  tr/mn le volume =  $\frac{c}{\theta}(r+c)2\pi R$ , avec

$$c = (\text{course du concasseur}) = 0,008;$$

$$\theta = \text{angle de prise} = \tan 22^\circ = 0,404;$$

$$r = \text{réglage moyen} = \frac{0,024 + 0,032}{2} = 0,028;$$

$$R = \text{rayon moyen de l'anneau} = 0,17 \text{ m.}$$

L'équation du débit en t/h sera :

$$p \text{ t/h} = n \times 60 \times \frac{c}{\theta}(r+c)2\pi R \times \text{densité du matériau.}$$

si la densité est d'environ 1,5 on a :

$$p \text{ t/h} = n \times 0,058 \text{ t/h.}$$

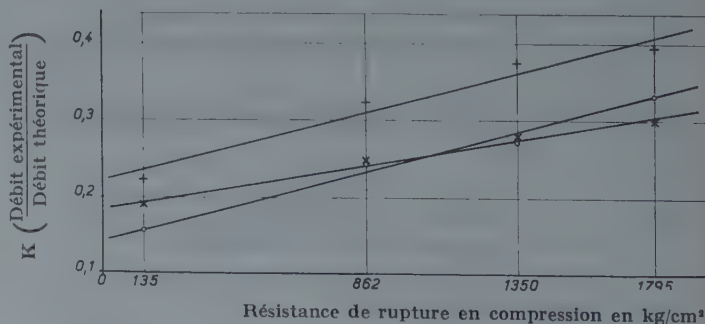


FIG. 28. — Variation du rapport : débit expérimental/débit théorique en fonction de la résistance de rupture en compression.



TABLEAU XX.

Valeurs du coefficient K pour chaque roche  
et pour les différentes vitesses de rotation.

VITESSES de rotation de l'arbre	NATURE DES ROCHES	DÉBIT théo- rique	DÉBIT expéri- mental	K (Débit expérimental / Débit théorique)
tr/mn				
430	Calcaire lithographique.	24,4	7,4	0,303
	Granit .....		6,82	0,280
	Calcaire siliceux .....		5,97	0,245
	— tendre .....		4,6	0,188
350	Calcaire lithographique.	20,3	6,75	0,333
	Granit .....		5,6	0,276
	Calcaire siliceux .....		4,97	0,245
	— tendre .....		3,2	0,157
260	Calcaire lithographique.	15,1	6,0	0,398
	Granit .....		5,7	0,377
	Calcaire siliceux .....		4,9	0,325
	— tendre .....		3,35	0,222

Sur la figure 28 on a représenté la variation de K

$$\left( \frac{\text{débit expérimental}}{\text{débit théorique}} \right)$$

en fonction de la résistance de rupture en compression, on voit que K augmente quand la résistance augmente.

#### 4,434 Influence de la nature de la roche sur l'énergie consommée.

On a représenté sur la figure 29, la variation de l'énergie consommée par tonne en fonction de la résistance intrinsèque. On voit que si la résistance intrinsèque des roches croît, l'énergie consommée par tonne croît.

La relation entre l'énergie consommée par tonne et la résistance intrinsèque des roches semble être de la forme  $Y = ax + b$ .

Dans les conditions de nos essais, rapport de réduction voisin 3, alimentation sélectionnée, vitesse de rotation voisine de la vitesse théorique optimum, l'énergie consommée par tonne semble liée à la résistance par la formule suivante :

$$P \text{ en kWh par tonne} = 0,00022n + 0,134$$

$n$  exprimé en  $\text{kg/cm}^2$ .

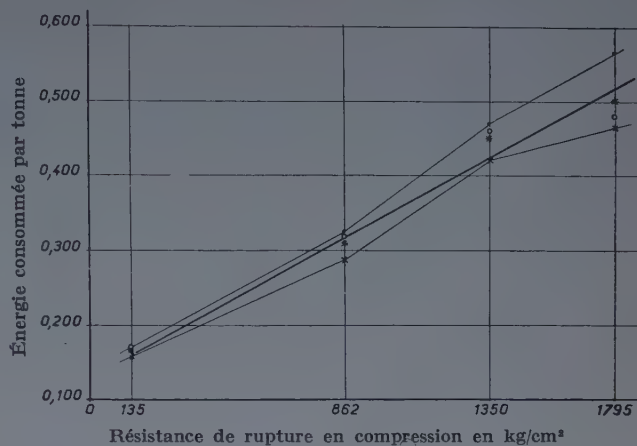


FIG. 29. — Variation de l'énergie consommée en fonction de la résistance de rupture en compression.

Ceci permettrait de calculer l'énergie nécessaire pour traiter, dans les conditions de nos essais, des roches de différentes résistances intrinsèques.

#### 4,44 Résumé de l'influence de la nature de la roche.

##### 4,441 Granulométrie.

Si la résistance intrinsèque de la roche croît, la dimension des fragments obtenus augmente. (L'usure par attrition diminue.) Les éléments très fins diminuent.

La fragmentation est donc plus sélective si la roche est plus dure.

##### 4,442 Forme.

Si la résistance intrinsèque de la roche croît, la forme des fragments obtenus par concassage passe des « épais » aux « aplatis ».

La forme devient moins cubique si la roche est plus dure.

##### 4,443 Débit.

Si la résistance intrinsèque de la roche croît, le débit augmente.

##### 4,444 Énergie consommée par tonne.

La puissance consommée par tonne est proportionnelle à la dureté de la roche.

V. — CONCLUSIONS PRATIQUES  
DES ESSAIS EFFECTUÉS SUR LE CONCASSEUR GIRATOIRE

**5,1**      *Influence des paramètres  
inhérents au matériel.*

**5,11**    *La vitesse de rotation des concasseurs  
a une influence importante sur le rendement.*

Une chute de vitesse à partir de la vitesse théorique optimum entraîne :

Une augmentation de l'énergie consommée par tonne;

Un accroissement des éléments fins et des fragments plats et aplatis;

Une diminution du débit.

Ces modifications sont d'autant plus importantes que les matériaux sont plus durs.

**5,12** Si la course reste constante et que le réglage diminue, c'est-à-dire que le rapport de réduction augmente, on observe les variations suivantes :

Les éléments fins et l'énergie consommée augmentent;

La forme des grains s'améliore;

Le débit diminue.

**5,2**      *Influence des paramètres  
inhérents aux conditions d'emploi.*

**5,21**      *Granulométrie du produit  
à l'alimentation.*

Il y a intérêt à fournir à l'alimentation, un produit sélectionné, c'est-à-dire à précribler le tout venant.

Cette modification permet de constater les variations suivantes :

Les éléments fins et très fins sont diminués;

Le produit obtenu est plus sélectif;

Le débit est accru.

L'énergie consommée par tonne et par heure diminue considérablement.

**5,22**      *Nature des roches.*

Si la résistance des roches à concasser augmente :

La forme des fragments devient moins cubique;

Le débit et l'énergie consommée augmentent;

La dimension du produit obtenu augmente;

Les éléments fins diminuent, la fragmentation est plus sélective.



Série : ÉQUIPEMENT TECHNIQUE (XLII).

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES — SÉANCE DU 13 MAI 1953

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. MISSENARD.**

## ÉTUDES ET RECHERCHES FRANÇAISES sur le chauffage, la ventilation et le conditionnement d'air.

MM.

**A. FOURNOL,**

Ingénieur en Chef  
au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.  
Ancien élève de l'École Polytechnique.

**B. TUNZINI,**

Président du Groupe de Travail de Productivité  
du Chauffage de France.

**R. CADIERGUES et D. THIN,**

Directeur et Ingénieur  
au Comité Scientifique et Technique de l'Industrie  
du Chauffage et de la Ventilation.

**G. DAWANCE,**

Chef du Service Métaux-Physique  
aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

MM.

**A. PASCAL,**

Ingénieur à la Section Thermique  
des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

**J.-C. MARÉCHAL,**

Ingénieur à la Section Thermique  
des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

**R. GOENAGA,**

Président de la Commission Technique du Syndicat  
des Constructeurs et Constructeurs-Installateurs  
de Matériel de Chauffage, Ventilation et Condition-  
nement de l'air.

## VISITES D'INSTALLATIONS

de chauffage et de conditionnement d'air au Centre Technique Forestier Tropical  
de Nogent-sur-Marne et à l'Aéroport du Bourget.

MM.

**Y. MARCON,**

Directeur général du Centre Technique Forestier  
Tropical de Nogent-sur-Marne.

**E. RELIER,**

Ingénieur des Arts et Métiers.

**J. ARTIGUE,**

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

MM.

**A. DESPLANCHES**

Ingénieur des Arts et Métiers.

**R. de SAINT-MARTIN,**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

**B. TUNZINI,**

Ingénieur des Arts et Métiers.

JOURNÉES INTERNATIONALES DE CHAUFFAGE, VENTILATION, CONDITIONNEMENT DE L'AIR

11 - 12 - 13 mai 1953

## RECHERCHES DU C. S. T. B. EN MATIÈRE DE CHAUFFAGE

Le conférencier précise que les recherches du C. S. T. B. ont été principalement orientées au cours de la dernière année vers le comptage de la chaleur dans le chauffage collectif des appartements. Son rôle a consisté à centraliser les solutions proposées par les chercheurs, à les examiner et à les soumettre aux essais, l'intérêt du comptage étant d'ajuster les dépenses de chauffage aux bourses les plus modestes, au détriment même parfois du confort. Le conférencier précise les conditions auxquelles tout comptage doit satisfaire pour être valable. Il définit ce qu'il appelle la plage des écarts de température, prenant comme exemple les immeubles de Melun, pour lesquels il compare les résultats du calcul avec ceux de l'exploitation, il montre que le problème du comptage est, dans sa réalisation pratique, très ardu.

Le conférencier traite ensuite de la question de l'intermittence dans les chauffages d'habitation collective. Comparant expérimentalement deux régimes, dont l'un est presque uniforme et l'autre, correspondant à trois allures de chauffage, épousant les besoins habituels des occupants, il constate une économie voisine de 6 % avec le régime à trois allures, mais avec un confort légèrement moindre, ayant provoqué quelques réclamations individuelles. Il termine en précisant les bases qui conditionnent, dans le chauffage intermittent des collectifs à type lourd, des économies substantielles.

## ÉTUDES SUR LA PRODUCTIVITÉ

Le conférencier débute son exposé par la définition de la Productivité.

Il expose ensuite les différents facteurs économiques et sociaux de la productivité et en déduit que cette dernière est un pont lancé entre les domaines de l'Économie et du Social.

Il confirme que le progrès social dépend de la production puisque l'amélioration de la productivité crée des richesses partageables et élève le pouvoir d'achat.

Il précise ensuite qu'aux U. S. A. la productivité est un climat et qu'elle s'étend à l'industrie du Bâtiment, et plus particulièrement dans les professions d'équipement. À son avis l'exemple américain montre la nécessité de créer un Groupe de Productivité à l'Union des Chambres Syndicales de Chauffage.

Le conférencier termine son exposé en précisant qu'à la vérité, malgré les expériences mises en lumière par les missions aux U. S. A., la profession, dans sa grande masse, reste insensible ou étrangère à ce problème. Il énumère les avantages immédiats que la profession peut tirer d'un changement de méthodes et donne son avis sur le moment où il sera possible de l'amorcer.

ÉTUDES ET RECHERCHES DU Co. S. T. I. C.  
COMPLÉMENTS AUX ÉTUDES DÉJÀ PARUES

Le conférencier indique le cadre général des études énumérées ci-dessous effectuées par le Co. S. T. I. C. et les compléments qui peuvent être apportés à ces études depuis leur date de publication. Ces études concernent : les coefficients de rayonnement des matériaux, le thermomètre à température résultante, la mesure de ventilation, l'utilisation des antigels, la conductibilité thermique des matériaux, les problèmes acoustiques du chauffage et du conditionnement d'air, les limites de température en chauffage, par rayonnement, le calcul des installations de chauffage, la technologie des pompes et leurs conditions d'emploi, le calcul économique des réseaux de chauffage à eau chaude pulsée.

Le conférencier donne en outre quelques indications sur les études et recherches en cours.

## C. S. T. B. RESEARCH ON HEATING

The lecturer states that C. S. T. B. research during the last year has been chiefly oriented toward metering the heat given out by the central heating of apartments. Its role has consisted in centralizing the solutions proposed by the searchers in examining and testing them, the value of metering being the bringing down the heating expenses to fit the smallest income, sometimes even at the expense of comfort. The lecturer specifies the conditions to which all metering must conform in order to be valid. He defines what he calls the temperature range, the determination of which the meter must make possible, taking as an example the dwellings at Melun, for which he compares the actual with the calculated results. He shows that the metering problem, in its practical applications, is hard to solve.

Then, the lecturer deals with the problems of intermittence in collective dwelling heating. Comparing two sets of conditions experimentally, one of which is nearly uniform and the other corresponds to three forms of heating covering the normal needs of the dwellers, he notes savings of nearly 6 % with the three form condition, but a slightly lesser comfort eliciting a few individual complaints. He concludes by stating the bases which, in the case of heavily-used collective heating, are the condition of substantial savings.

## PRODUCTIVITY INVESTIGATIONS

The lecturer begins by defining Productivity.

Then he presents the different economic and social factors of productivity and concludes therefrom that productivity is a bridge between the economic and social fields.

He states that social progress depends on production, since higher productivity creates riches which could be shared and increases purchasing power.

Then he states that in the U. S. A., productivity is a climate and that it extends to the building industry and, more particularly, to the equipment branches. In this opinion, the American example shows the need for creating a productivity section within the Chamber of the Heating Industry.

The lecturer finally states that, truthfully speaking, despite the known experience of missions sent to the U. S. A., the profession as a whole remains indifferent to or unaware of this problem. He enumerates the immediate advantages which the profession would derive from changing methods and gives his opinion as to when the movement could be launched.

INVESTIGATION AND RESEARCH OF THE Co. S. T. I. C.  
COMPLEMENTS TO INVESTIGATIONS AIREADY PUBLISHED

The lecturer sketches the general framework of the investigations—listed below—made by the Co. S. T. I. C. and the complements which can be added to them since their date of issue. These investigations deal with : the radiating coefficients of materials, the resulting temperature thermometer, the measurement of ventilation, the use of antifreeze stuffs, the thermal conductivity of materials, the acoustic problems of heating and air conditioning, the temperature limits in radiant heating, the design of heating installations, the technology of pumps and the conditions of their use, the economical design of intermittent forced hot water heating systems.

In addition, the lecturer gives some indications on the investigations and research in progress.

(Suite des résumés page 1217.)

*Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.*



QUELQUES RECHERCHES  
DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

COMPTAGE DE LA CHALEUR  
INTERMITTENCE DU CHAUFFAGE COLLECTIF

Par M. A. FOURNOL.

AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

*Je n'ai plus à vous présenter M. FOURNOL, puisque vous avez pu apprécier, les années passées, l'ampleur de ses connaissances techniques et son art consommé de conférencier.*

*C'est un des jeunes ingénieurs les plus brillants de nos disciplines et il est heureux que sa compétence s'exerce au sein d'un organisme comme le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, que sa position officielle place au-dessus de la mêlée.*

*Il va nous exposer les recherches qu'il poursuit dans cet organisme en matière de chauffage et, puisque le silence presque religieux avec lequel il est écouté est un critère de l'intérêt de ses conférences, je ne veux pas retarder votre plaisir de l'entendre.*

*J'ajouterai, toutefois, que M. FOURNOL est un des grands espoirs de la science du chauffage et de la ventilation et lorsque ceux de notre génération devront cesser leur activité, ils savent qu'ils pourront se reposer en toute quiétude sur M. FOURNOL et les jeunes savants et techniciens que nous rencontrons dans cette enceinte et qui font honneur à la pensée française.*

**I. — Comptage de la chaleur.**

Le décomptage de la chaleur, dont le but pratique est de permettre une répartition des dépenses de chauffage plus nuancée et moins brutale que le partage au volume, se situe au centre des problèmes posés par le chauffage en collectif des appartements. Il n'est guère de question qui comporte des conséquences plus caractéristiques pour la conception et les techniques de l'installation et de l'exploitation et, par conséquent, il n'est guère de question pour laquelle le choix fondamental à faire soit plus important. A une époque où les programmes de travaux des organismes chargés de planifier les recherches dans n'importe quel secteur de l'activité industrielle doivent être orientés et guidés constamment par les besoins pratiques de la « clientèle » à laquelle s'adresse l'industrie considérée, un organisme comme le *Centre Scientifique et technique du Bâtiment* se devait de porter le problème du décomptage de la chaleur au nombre de ses principaux sujets d'étude.

Comme pour tout problème dans les données duquel figure une large synthèse d'éléments fort divers, la réponse n'est pas simple et ne peut pas être obtenue par une série d'essais physiques de laboratoire. Un organisme de recherches générales ne saurait se proposer de fournir toute la quantité d'imagination nécessaire, aux lieux et places des chercheurs. Son rôle est bien plutôt de centraliser les solutions proposées par les esprits inventifs, de les examiner objectivement, de les soumettre à l'essai, d'organiser enfin les expérimentations comparatives cruciales destinées à éprouver la valeur de tel ou tel résultat. Même ramenées à ce rôle de synthèse, de telles tâches restent très lourdes.

N'attendez pas que j'apporte ici une solution de décomptage individuel des calories. Il est des chercheurs qui ont conçu et mis au point des compteurs de chaleur ou des systèmes de répartition : nous avons étudié et suivi leurs travaux. Quant à tirer une conclusion décisive,

je ne crois franchement pas que (sur le plan de la science, c'est-à-dire sur le plan de la connaissance dépouillée d'empirisme) on puisse en être là. Sur le plan de la pratique, il faut cependant prendre des décisions. Mais ceci est une autre question et ne doit surtout pas fournir un prétexte à la cessation des recherches.

En quoi a donc consisté jusqu'ici le rôle du *Centre Scientifique et technique du Bâtiment* en cette matière et par quoi de concret s'est-il traduit ? C'est ce que je voudrais dire en quelques mots, sans reprendre toutes les idées générales habituellement mises en avant en faveur du comptage individuel de la chaleur ou à l'encontre de celui-ci.

Du point de vue économique, nous avons parfois entendu des professionnels s'élever contre les complications de toute nature que les sujétions qui découlent du comptage apportent à la réalisation des installations. Ces complications sont effectivement coûteuses et ce facteur n'est pas à négliger à une époque où la construction est dominée par un souci d'économie qui tend à devenir prépondérant. A la question de savoir quelle augmentation du coût d'installation — c'est-à-dire de l'investissement — il est raisonnable de consacrer à l'établissement d'un système de décomptage de la chaleur, il n'est guère facile de fournir une réponse par une étude scientifique, car on ne saurait parler d'amortissement, ou alors il faudrait trouver un moyen légal et commode pour que les dispositifs de comptage achetés par le « propriétaire » fassent l'objet d'une récupération sur les usagers. En outre, la présence d'un décomptage n'augmentant pas ou très peu le rendement général de l'installation, le problème du comptage se pose mal de toute façon en termes de rentabilité.

L'intérêt du décomptage réside, en fait, comme nous avons eu l'occasion de le souligner fortement il y a quelques temps, dans les possibilités d'ajuster la dépense de chauffage aux bourses les plus modestes, au besoin — il faut bien le dire — par une réduction du confort.

Les constatations statistiques et nos propres expériences au C. S. T. B. ont permis de mettre en lumière de manière assez précise, la charge annuelle que présente le chauffage pour un confort normal.

Selon qu'on admet ou non que des dépenses de cet ordre (ou même majorées d'un certain pourcentage par rapport à nos chiffres pour tenir compte des imperfections des installations ou de la conduite) peuvent être imposées aux usagers d'un collectif, le décompte de la chaleur est un *luxé* ou une *nécessité*.

Voilà pour la position du problème vis-à-vis de l'intérêt réel qu'il y a à lui apporter une solution. Du point de vue plus proprement technique des possibilités de réalisation, le rôle du C. S. T. B. devait consister à orienter les chercheurs en leur précisant correctement les données du problème. Ces données du problème sont en même temps les sujétions auxquelles tout comptage devra satisfaire pour être valable.

Parmi ces données du problème, il en est une à laquelle il ne semble pas qu'on ait toujours pensé assez clairement et sur laquelle je veux insister. Je parle des installations dans lesquelles le fluide chauffant est l'eau chaude à basse pression. C'est la question de la *plage des écarts de température*, dont le compteur doit permettre la détermination.

On dit souvent que le comptage de la chaleur n'a pas besoin d'être très précis. C'est entendu : les usagers ne peuvent exiger qu'un système de mesure donne une précision ou une exactitude élevées. Mais il semble, par contre, qu'ils sont en droit d'exiger qu'une *borne supérieure de l'erreur commise soit connue et qu'ils en soient informés*.

Or, dire qu'un compteur doit être exact à 2 %, 5 % ou même 10 % près ne suffit pas, car il est amené au cours de son fonctionnement à travailler dans des conditions très différentes. Il faut aussi préciser dans quelle *plage des débits et surtout des températures* cette exactitude est exigée.

Nous nous sommes posé la question de savoir sous quelles chutes de température fonctionnent les installations de chauffage central. La détermination d'une *courbe de fréquence* est essentielle pour la solution du problème posé.

On peut certes aborder le problème théoriquement et même le sujet est facile moyennant pas mal d'hypothèses de simplification. Voici au contraire un résultat expérimental obtenu sur l'installation de Melun.

Avant de fournir ce résultat, il m'est nécessaire de préciser par ses caractéristiques fondamentales cette installation.

#### Caractéristiques de l'installation.

Quarante-deux appartements.	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Soit : 20 appartements de 4 pièces ....	82,93	215,60
: 22 — de 3 — ....	64,49	167,67

TOTAL : 42 appartements

En tout 3 078 m<sup>2</sup> de plancher chauffé;  
8 001 m<sup>3</sup> de volume chauffé.

Coefficients de déperdition des parois (K) calculés :

Murs extérieurs.....	1,65
Plafond sous grenier.....	0,80
Plancher sur cave.....	0,95
Cloisons intérieures.....	2,30
Fenêtres ordinaires en bois à vitres simples	
Déperditions calculées par + 18 et — 7° :	
environ 240 000 cal/h.	

Surface des radiateurs installés 648,3 m<sup>2</sup> dont :

160,8 en 4/78;
321,3 en 4/93;
32,0 en 6/78;
95,2 en 6/93;
39,0 en 6/107.

Avec les hypothèses ci-après :

Départ. ....	90°
Retour. ....	70°
Température moyenne des radiateurs...	80°

Écart moyen entre radiateurs et ambiance :

$$80 - 18 = 62.$$

Chaleur émise par les radiateurs (calculée selon les coefficients du cours de M. MISSENAUD) :

$$310\ 000\ \text{cal/h.}$$

Chaleur utile émise par les radiateurs selon un coefficient moyen d'efficacité adopté égal à 0,875 :

$$310\ 000 \times 0,875 = \dots\dots\dots 270\ 000\ \text{cal/h}$$

Chaleur utile émise par canalisations intérieures, appréciée à .....

$$20\ 000\ \text{—}$$

Chaleur utile émise au total.....

$$290\ 000\ \text{cal/h}$$

Surpuissance calculée des installations intérieures :

$$s = \frac{290 - 240}{240} = 0,21.$$

Pertes du réseau calculées assez grossièrement :

Réseau horizontal et chaufferie.....	25 000 cal/h
Réseau vertical et canalisations intérieures (chaleur non utile).....	10 000
	35 000 cal/h

Total chaleur émise utilement ou non + chaleur perdue par les canalisations (cas des radiateurs à 80°) :

$$\text{Calculée ; } 310\ 000 + 20\ 000 + 35\ 000 = 365\ 000\ \text{cal/h.}$$

Rendement combiné : distribution + émission (radiateurs à 80°).

$$\text{Calculé ; } \frac{290\ 000}{365\ 000} = 0,79.$$

Or, l'expérience a montré que quand il fait — 7° moyens, la température de départ aux chaudières est : 71°.

Ceci donne une surpuissance de 0,35 (alors que le calcul précédent donne 0,21). La chute pour un départ de 71° se trouve être de 13° et la température moyenne du radiateur et du réseau approximativement :

$$71 - \frac{1}{2}(13) = 64,5$$

Reprenons les évaluations d'émissions et de pertes pour cette température.

Total chaleur émise + chaleur perdue par les canalisations (cas des radiateurs à 64,5°).

$$\text{Environ ; } \frac{365\ 000 \times 64,5}{80} = 295\ 000\ \text{cal/h (1).}$$



Débit d'eau expérimental : 22 m<sup>3</sup>/h en moyenne.

Chaleur émise par chaudières :

$$22\,000 \times 13 = 286\,000 \text{ cal/h (2).}$$

Il y a bonne concordance entre (1) et (2).

Puissance nominale des chaudières : 400 000 cal/h.

Mais les brûleurs sont réglés pour fournir seulement : 370 000 cal/h.

Coefficient de surpuissance chaufferie (par — 7°, les radiateurs étant à 64,5° moyens) :

$$\frac{370\,000 - 290\,000}{290\,000} = 0,30$$

En résumé : installations calculées pour le couple (— 7°, + 18°) et pour 20° de chute avec une surpuissance de  $s = 0,21$  sur le calcul des déperditions. Expérimentalement, la chute pour un départ de 90° paraît être de 18,5° et la surpuissance de fait de 0,30 à 0,35 tant en chaudières qu'en radiateurs.

#### Caractéristiques de la conduite.

Nous avons adopté, alternativement, deux modes de programmation des températures bien distincts, qui étaient concrétisés par deux programmes de fourniture de l'eau au départ des chaudières. Ces deux programmes sont précisés au tableau I ci-après.

Dans les conditions d'installations et de conduite définies ci-dessus, l'installation étudiée sur tout l'hiver a fonctionné avec des chutes dont ci-contre la table de fréquence.

Dans ce cas II (fonctionnement du chauffage à trois allures) 8,3 % de la chaleur est fournie sous des chutes égales ou inférieures à 3° et 24,7 % sous des chutes égales ou inférieures à 5°.

TABEAU II. — RÉSULTATS STATISTIQUES.

Table de fréquence des chutes de température (à la chaufferie).

CHUTES comprises entre :	FRÉQUENCE des durées de fonctionnement	FRÉQUENCE des puissances fournies	FRÉQUENCE des puissances fournies (cumulées à partir de 0°)
I. — Conduite presque uniforme deux allures (tableau I-I).			
0- 1°	4,0	0,4	0,4
1- 3°	20,0	7,5	7,9
3- 5°	18,5	13,7	21,6
5- 7°	31,5	35,1	56,7
7- 9°	17,5	26,0	82,7
9- 11°	4,5	8,4	91,1
11- 13°	4,0	8,9	100
	100	100	
II. — Conduite variable trois allures (tableau I-II).			
0- 1°	14,5	1,4	1,4
1- 3°	18,0	6,9	8,3
3- 5°	21,5	16,4	24,7
5- 7°	20,5	23,4	48,1
7- 9°	9,5	14,5	62,6
9-11°	4,0	7,6	70,2
11-13°	6,5	14,8	85,0
13-15°	4,5	12,0	97,0
15-17°	1,0	3,0	100

Ces chiffres montrent qu'une proportion très notable de la chaleur livrée par une distribution de chauffage à eau accélérée est fournie sous une chute très faible. Un compteur valable devra déterminer encore avec une certaine exactitude ces chutes de 5°, de 3°, de 2° et même

TABEAU I. — PROGRAMMES DE CONDUITE DU CHAUFFAGE. TEMPÉRATURES DE L'EAU AU DÉPART DES CHAUDIÈRES

I. — PRESQUE UNIFORME : DEUX ALLURES PEU DIFFÉRENTES. Faible réduction à la nuit.				II. — VARIABLE : TROIS ALLURES BIEN DISTINCTES. Forte réduction à la nuit.			
Heures des réglages	Températures extérieures			Heures des réglages	Températures extérieures		
	— 7	+ 5	+ 13		— 7	+ 5	+ 13
				6 h Mise en régime (R)	87 S = 0,30	56,5 S = 0,38	36,5
6 h, 9 h, 15 h, 18 h.	71	46	33	9 h, 15 h, 18 h. (Occupation O.)	71	46	33
21 h.	62,5	41	29	21 h. (Ralentissement A.)	51 n = 0,46	32 n = 0,38	Arrêt.

NOTA. — Pour une température extérieure quelconque intermédiaire entre — 7 et + 13, la température de départ de l'eau était déterminée par interpolation linéaire entre les chiffres ci-dessus. Il est facile dès lors de construire les abaques correspondants dont se sont servis les personnels chargés de la chauffe.

un peu moins. Ce n'est guère que la tranche au-dessous de 1° que l'on peut négliger.

Dès lors comment se présente le problème du comptage ? D'abord le compteur général de chaufferie (les chiffres du tableau sont justement relatifs à des chutes en chaufferie). Il s'agira donc de construire un compteur dont la plage d'exactitude sera par exemple 1 à 20°. Quoique difficile, cela paraît encore possible étant donné qu'un compteur de chaufferie peut être un appareil assez coûteux. En effet, pour une installation comme celle de Melun, nous n'avons jamais eu — je dis bien jamais — en chaufferie, des écarts supérieurs à 20°. Si l'installation avait été calculée pour une chute plus grande que 20°, il resterait à adopter des bornes de plages proportionnelles aux précédentes (1,5 à 30° par exemple) et le problème ne serait pas rendu plus ardu.

Et le comptage d'appartement ? Plaçons-nous dans la conception classique, selon laquelle chaque radiateur dispose d'un robinet dont le réglage secondaire est laissé à la libre disposition de l'usager. Rien n'empêche celui-ci de provoquer à n'importe quel moment une chute considérable dans son installation propre. L'usager peut s'arranger, s'il le désire, pour que le retour de son installation se fasse à une température peu différente de l'ambiance (en réduisant le débit). Dès lors ce sont des écarts maxima de 40 ou même 50° que doit pouvoir mesurer valablement le compteur, même si très peu d'usagers utilisent ces possibilités d'augmenter considérablement leur chute. Car ces fonctionnements à forte chute constitueraient, s'ils n'étaient enregistrés, un moyen de fraude très profitable. Nous arrivons ainsi, dans la conception classique du chauffage, à la nécessité d'un compteur qui décompterait de façon valable toutes les calories livrées dans la plage de 1 à 50°. Un tel appareil qui donne une telle exactitude dans une plage de mesure aussi étendue paraît difficile à réaliser économiquement.

Je tiens à dire tout de suite que l'imagination des techniciens n'est pas absolument désarmée en face de cette situation. Tout ce qui a été dit concerne une installation à débit unique. Au lieu d'effectuer le réglage central en faisant varier la température on pourrait modifier le débit, soit avec deux pompes, soit avec un by-pass de la pompe, muni d'une vanne réglable. On pourrait aussi éviter les chutes de 40 à 50° en imposant un maximum de chute aux usagers (en laissant une fuite dans le réglage secondaire des robinets, qui empêcherait de les fermer au delà d'une limite). Toutes ces solutions, qui demanderaient une étude approfondie, ne sont pas l'objet de cette conférence : j'ai seulement voulu attirer l'attention sur un fait qui, dans la conception classique des installations à eau chaude, rend le problème du décomptage très ardu.

## II. — Intermittence des chauffages.

J'en viens à une deuxième question. Celle de l'intermittence des chauffages d'habitations collectives. Ici encore je me bornerai à un résultat expérimental.

La comparaison ci-après porte sur deux périodes (que j'appellerai P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>) de quarante jours chacune et que nous avons considérées comme réalisant, à très peu de chose près, la même rigueur de climat. Voici les définitions sommaires de chacune de ces deux périodes (tableau III) qui ont été choisies dans l'hiver 1952-1953.

Chacune de ces deux périodes représente donc, selon la méthode de calcul des degrés-jours que nous avons exposée au fascicule des Cahiers du Centre Scientifique

TABLEAU III.

PÉ-RIODES	DURÉE	TEMPÉRATURES extérieures extrêmes	MOYENNE de la température extérieure	CONSOMMATION des six appartements avec chauffage électrique (en kWh)	TEMPÉRATURES intérieures moyennes de ces six appartements
P <sub>1</sub>	40 j	-4 < θ <sub>e</sub> < +9	+ 2,1	15 393	17,5
P <sub>2</sub>	40 j	-3 < θ <sub>e</sub> < +9	+ 2,2	15 748	17,4

et technique du Bâtiment (température intérieure de référence 15°) :

$$40 \times (15 - 2,15) = 515^\circ/\text{j (degrés-jours)}$$

(alors que l'hiver annuel moyen de Melun est de 1 650°/j; l'hiver 1951-1952 a comporté 1 630°/j, et celui de 1952-1953, 1 800°/j).

Les deux périodes P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> réalisent bien, à très peu de choses près, la même rigueur de climat totale. D'une part, les températures extérieures moyennes ne diffèrent que de 0,1°. Et pour ceux que cet argument ne suffirait pas à convaincre (en principe, la température extérieure n'est pas suffisante pour caractériser le climat), nous donnons (tableau III) les consommations et les températures intérieures des six appartements chauffés en permanence à l'électricité : leur confort est bien resté identique pour ces deux périodes (17,5° et 17,4°) et les consommations (15 393 et 15 748 kWh) ne diffèrent que de 2 %. On peut donc être sûr qu'à 2 ou 3 % près, toutes choses égales d'ailleurs, les consommations de fuel correspondant aux 42 appartements à chauffage collectif pour les deux périodes auraient dû être identiques (1°).

Or les consommations de fuel ont été celles du tableau IV c'est-à-dire que la régulation II a permis une économie de 6 % environ qui, compte tenu de la différence possible de 2 ou 3 % sur la rigueur des deux climats comparés, pourrait devenir objectivement 8 ou 9 %, mais ceci est un maximum.

TABLEAU IV.

PÉ-RIODE	RÉGIME de régulation	CONSOMMATION de fuel léger pour les 42 appartements (en l)	TEMPÉRATURE intérieure moyenne (pour ces 42 appartements)	POUR MÉMOIRE température extérieure moyenne
P <sub>1</sub>	Presque uniforme : deux allures (tableau I-I).	18 364	18,7	2,1
P <sub>2</sub>	Variable : trois allures (tableau I-II)	17 197	18,0	2,2

(1) Je rappelle que les bâtiments de Melun comportent quarante-deux logements à chauffage collectif et six logements à chauffage électrique individuel qui servent de référence.



*La régulation à forte intermittence et trois allures permet donc de gagner quelque 8 % sur la consommation de chauffage. Ce résultat peut être rapproché des calculs théoriques de la communication de M. GIBLIN et il n'est pas en contradiction visible avec ceux-ci.*

*Il faut cependant noter qu'au cours des deux périodes le confort intérieur n'était pas le même.*

Entre 9 heures et 21 heures, les conditions étaient, bien entendu, équivalentes (cela résulte de la conception des deux programmes de réglage). Mais nous avons eu, lors du chauffage à trois allures fortement intermittent (période  $P_2$ ), de nombreuses plaintes des usagers.

Quelques-unes de ces plaintes concernaient la période de nuit : par exemple, un dessinateur avait l'habitude de travailler assez tard dans son living-room, jusqu'à minuit et plus et il se sentait incommodé dès 10 ou 11 heures du soir. Dans la plupart des appartements, la température était tombée (en période  $P_2$ ), de 1,5 à 4° à la fin de la nuit (exception faite des pièces, assez rares, dont les fenêtres étaient laissées ouvertes ou entre-bâillées pendant la nuit et qui donnaient lieu naturellement à des chutes plus fortes).

Mais la plupart des plaintes concernaient la période du matin entre 6 et 9 heures, dont la moyenne de température était inférieure de 0,5 à 0,8° à la température moyenne du jour. Ainsi, vers 7 heures du matin on avait un déficit de 1° ou même un peu plus sur le confort de la journée et cela était assez vivement ressenti par plusieurs usagers,

Nous tenons à noter que la période  $P_2$  n'a donné lieu à aucune surchauffe à la fin de la période de mise en régime le matin. D'un échantillonnage effectué, il résulte que le maximum de la température atteint entre 9 heures et 10 heures n'excède pas la moyenne de la période d'occupation journalière (9 h-21 h) à allure normale : ces deux moyennes ne diffèrent que de 0,1°. Ainsi donc, l'économie faite dans le cas de  $P_2$  représente bien le

*maximum de l'économie possible : elle n'a pas été réduite du fait d'une surchauffe maladroite à la mise en régime.*

Ce résultat expérimental, qui confirme bien ce que nous pensions, montre que les économies dues au régime intermittent risquent d'être assez décevantes dans le cas de collectifs occupés en permanence par les usagers.

Il ne me paraît pas sans intérêt de souligner que pour qu'on puisse obtenir de l'intermittence des économies aussi sensibles que celles qui se déduisent de la communication de M. GIBLIN, il faudrait pour les habitations collectives :

1° Que la durée d'occupation (0) des locaux puisse être réduite à 10 heures alors que 14 ou 15 heures me paraissent un minimum qui reste à peu près imposé, tout au moins en chauffage collectif.

2° Que le début du réchauffage prenne place vers 4 heures du matin environ, ce qui suppose, évidemment, une régulation automatique avec pendule.

3° Que le constructeur puisse consentir à une majoration notable du prix de son installation pour payer la forte surpuissance nécessaire.

Tout ce qui est dit ci-dessus s'applique aux grands collectifs d'habitation qui tous, à l'heure actuelle, sont du type « lourd » ou « demi-lourd ».

### III. — Conclusion.

J'espère vous avoir montré, Messieurs, par ces deux exemples, que les préoccupations du *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* sont toujours orientées en matière de recherches, vers l'étude des problèmes qui touchent de très près aux conceptions même de l'équipement du chauffage, principalement en ce qui concerne le chauffage de l'habitation.

### DISCUSSION

LE PRÉSIDENT. — Avez-vous des questions à poser à M. FOURNOL ?

M. PRUD'HON. — Une toute petite remarque. Premièrement, au sujet de la terminologie, parce que M. FOURNOL appelle intermittence quelque chose qui n'est que du ralenti, en fait. Nous appelons généralement intermittence le fait que des locaux ne sont plus occupés et qu'on arrête le chauffage totalement. Ici, ce n'est jamais qu'un ralenti. Il y a tout de même une différence.

LE PRÉSIDENT. — Oui, mais dans un local d'habitation il semble difficile d'arrêter tout le chauffage. M. FOURNOL se place dans un immeuble collectif d'habitations. S'il s'agissait de bureaux, le problème serait différent. Vous voyez que, même avec ce ralenti, il a eu des plaintes. Somme toute, cela concerne ce que pratiquement on peut attendre de l'intermittence dans un collectif d'habitations et non pas le problème de discontinuité.

M. PRUD'HON. — Au sujet des plaintes, lorsque l'installation marche à basse température, ces plaintes-là ont toujours existé depuis qu'on fait du chauffage à eau chaude. L'année dernière, à la suite de la communication de M. FOURNOL, j'avais déjà posé la question. Je lui avais demandé : n'avez-vous jamais eu de réclamations au moment des demi-saisons ? Et il m'avait répondu affirmativement.

M. FOURNOL. — C'est évident, quand on part à 29,5° les gens touchent le radiateur et disent : il est froid.

LE PRÉSIDENT. — Effet psychologique d'une part, et de rayonnement d'autre part. Les personnes passant près du radiateur ont l'impression qu'il est froid parce que le rayonnement est très faible.

M. DUPUIS. — Avez-vous contrôlé avec le thermomètre si leurs plaintes étaient fondées par une température moindre ?

M. FOURNOL. — Nous avons tous les enregistrements de température. Même à température égale les gens se plaignent davantage par temps doux que par temps froid.

Ce que je vous ai dit ce matin ne concerne qu'un échantillonnage.

M. DUPUIS. — Il faut peut-être tenir compte du fait que, par temps doux, la neutralité thermique s'élève un peu et aussi que les gens ont moins froid dehors.

M. PRUD'HON. — Je n'avais pas terminé mes remarques au sujet de la température. Depuis que je fais du chauffage, j'ai toujours constaté que la nuit, les locaux étant clos, lorsqu'on ferme les volets, et que l'on tire les rideaux, la température s'élève.

LE PRÉSIDENT. — Y-a-t-il des volets à Melun ?

M. FOURNOL. — Non.

M. PRUD'HON. — Dans une chambre à coucher occupée, vous constatez toujours le matin une température supérieure à celle qui existait au moment où vous vous êtes couchés le soir. Il y a 45 ans que je l'ai constaté.

LE PRÉSIDENT. — Il y a probablement des rideaux, que les occupants tirent ce qui diminue les déperditions.

M. FOURNOL. — Les appartements sont occupés dans des conditions pour lesquelles nous n'avons pas à intervenir au point de vue équipement.

M. PRUD'HON. — Ce que vous avez constaté est normal.

M. ZANIROLI. — On pourrait peut-être éviter la réclamation psychologique en augmentant la température de l'eau au départ. Si, par exemple, au lieu de partir à 71 °C, on partait à 90 °C, par 13 °C extérieur, on aurait quelques 40 °C aux radiateurs et non plus 33 °C, donc moins.

M. FOURNOL. — Vous ferez moins d'économie.

M. ZANIROLI. — Pas pratiquement. Dans une installation que j'avais en exploitation, pour éviter ces réclamations, j'ai diminué mon volume et j'ai fonctionné à température plus élevée et avec écart de températures plus grand. Avec cette modification le dessus de mes radiateurs était chaud et à partir de ce moment-là j'ai évité toute réclamation.

LE PRÉSIDENT. — Par ailleurs, à un certain moment, en France nous avions tendance, à adopter les normes allemandes qui prévoient une limitation assez basse du maximum de température de l'eau : 60 à 70°, afin d'avoir une réserve de puissance. Finalement cette habitude a été abandonnée. Généralement, les chauffages français sont conçus pour un départ de l'ordre de 90°; évidemment, la température moyenne des radiateurs est plus élevée.

M. ZANIROLI. — Ce serait peut-être une expérience intéressante à faire.

M. CHAPUIS. — Diminuer la largeur des radiateurs.

M. MARCO. — Est-ce qu'on a fait des mesures de températures résultantes ?

M. FOURNOL. — Nous ne pouvons pas le faire pour l'instant; ce n'est qu'à titre tout à fait indicatif. Ces essais sont assez difficiles dans des locaux occupés, d'abord parce qu'il manque des enregistreurs et parce qu'il faut placer une boule, autant que possible au centre du local et cela ennuie considérablement l'occupant et cela se conçoit. On arrive à placer un enregistreur quelque part, dans une position relativement satisfaisante, mais il n'en est pas de même du thermomètre résultant.

Il faut préciser une chose qui est importante, c'est que ce sont des locaux peu vitrés. La différence entre la température de l'air et la température résultante sèche doit être assez faible.

M. BARAULT. — Les habitants de Melun ont l'avantage d'avoir un chauffage par pompe, permettant des températures de départ extrêmement faibles. Il faudrait que M. FOURNOL recommence ses expériences en thermo-siphon et on arrivera à des chiffres importants de consommation, parce que, quand vous descendez trop bas, vous ne pouvez plus faire de la discontinuité.

J'insiste sur « discontinuité » et non pas « intermittence ». De même que je ne permettrai de dire à M. FOURNOL qu'il est préférable de parler de « chute » c'est-à-dire de différence de température d'un même fluide entre départ et arrivée et de parler d'« écart » entre deux fluides différents, température intérieure et température extérieure. Ceci simplement au point de vue terminologie.

M. FOURNOL. — Vous avez raison, mais « chute » fait beaucoup plus image.

M. BARAULT. — Mais il ne faut pas confondre.

M. CHAPUIS. — J'ai remarqué en thermo-siphon justement, pour des immeubles identiques et de même situation que des économies importantes étaient réalisées avec une installation qui fonctionnait à 90° maximum, par rapport aux autres qui avaient été conçues pour 71°. J'attribue cela aux débuts de saisons et aux arrière-saisons pendant lesquelles on doit chauffer à 35° pour que l'on sente le radiateur chaud; à ce moment-là, c'est

trop pour la température extérieure. On surchauffe et on ouvre les fenêtres et voilà la cause de perte de combustible.

LE PRÉSIDENT. — Vous estimez en conséquence qu'en marchant à 90° on obtient des installations plus économiques ? Souvent le commun des mortels pense le contraire.

M. CHAPUIS. — Il y a aussi un autre intérêt : la diminution des surfaces de radiateurs qui ne sont jamais un élément de décoration bien indiqué.

LE PRÉSIDENT. — Ceci est un autre aspect, de la question.

M. CHAPUIS. — Croyez-vous que, pour économiser 6 % on doive donner un inconfort à des usagers d'un collectif ?

M. FOURNOL. — Je n'ai pas dit cela.

M. CHAPUIS. — Il se trouve tout de même des personnes qui se lèvent à 5 heures du matin pour aller voir les chantiers et autres occupations.

M. FOURNOL. — Du point de vue pratique je crois que le résultat de notre enquête est défavorable à l'intermittence, si l'on peut dire.

LE PRÉSIDENT. — M. FISCH demande la parole pour nous parler probablement du comptage.

M. FISCH. — Évidemment, quelques instants seulement, pour remercier M. FOURNOL d'avoir attiré l'attention sur le problème très difficile du comptage et notamment sur l'imprécision du comptage aux diverses phases et pour les divers écarts de températures. Heureusement il s'agit — et il l'a également souligné — d'un problème plus psychologique que technique et les essais que nous poursuivons actuellement à la Chambre Syndicale du Chauffage collectif et urbain, en accord avec le service des Poids et Mesures qui, évidemment, intervient en pareille matière, et également en accord avec M. FOURNOL, tiennent compte de cette préoccupation psychologique et de l'impossibilité d'obtenir, du moins actuellement, un compteur rigoureusement précis pour tous les écarts de températures et en même temps suffisamment bon marché pour être vulgarisé.

Comme vous le savez, le comptage est une des préoccupations essentielles en matière de chauffage collectif. Il en est même, on peut dire, le corollaire et on peut même ajouter que mieux que tout autre mode de chauffage il est compatible avec le comptage, car il n'est pas toujours facile de concevoir un comptage dans un immeuble où il n'y a que quelques locataires, tandis que pour un très grand nombre d'abonnés on peut donner presque complètement cette liberté, qui est très appréciée, de ne payer que la chaleur qu'ils consomment, parce que, par les phénomènes de foisonnement qui sont bien connus — mes anciens collègues du gaz et de l'électricité en savent quelque chose — par la loi des grands nombres, vous pouvez admettre le comptage plus facilement.

Comment procédons-nous dans le concours qui se poursuit actuellement à notre petite Chambre syndicale ? Nous procédons de la manière suivante : nous avons un compteur étalon qui, lui, est évidemment un compteur extrêmement coûteux et nous mettons en série un certain nombre de compteurs qui nous sont proposés par les constructeurs. Nous allons constater quels sont les écarts enregistrés dans la pratique — cette loi pratique qui est celle de M. FOURNOL comme la mienne — et nous constaterons comment se comportent ces compteurs.

Nous avons mis comme condition qu'un tel compteur ne devait pas excéder comme prix unitaire 50 000 F de manière à pouvoir être facilement placé. Nous verrons ce que donnent ces compteurs, nous verrons quels sont les écarts et, d'accord avec les services des Poids et Mesures, à quel moment la précision que nous aurons constatée est suffisante pour que l'élément psychologique dominant les éléments techniques, l'installation du compteur soit quand même intéressante et si comme nous le pensons, il est utile de le développer, de le vulgariser au maximum.

M. BERTRAND. — Pour faire suite à l'exposé de M. FOURNOL et à ce que vient de dire M. FISCH : ne croyez-vous pas qu'on peut renverser la question, tout au moins pendant la période d'étude et essayer d'admettre, disons entre nous pour commencer, un ordre de grandeur d'erreur maximum, non pas pour un décomptage au sens où M. FOURNOL l'a employé, mais un indice de répartition de dépense collective dans un groupe d'immeubles et voir à quel prix cette fois on arrive dans une telle limite.



En somme, prendre le problème par les deux bouts et, dans ce cas-là est-ce que l'on peut avoir une idée de cet ordre de grandeur d'erreur maximum admissible pour une répartition ?

M. FOURNOL. — J'attire l'attention sur les chutes très faibles et sur le fait que je ne vois pas très bien comment on pourra réaliser un système, quel qu'il soit, qui donnera une précision suffisante avec une chute de 10°, j'ai eu des chutes de 2° et c'est ça qui me paraît très grave dans la philosophie de l'histoire. Je vous avoue que j'y pense beaucoup.

M. BERTRAND. — Est-ce que, dans votre esprit, l'erreur maximum pour une répartition, serait 5, 10 ou 15 % ?

M. FOURNOL. — Je ne suis pas plus qualifié que vous pour répondre. La balance de l'épicier n'a pas la même précision que la balance du physicien. Le tout est qu'on sache à peu près la limite supérieure de son erreur.

M. FISCH. — Les conversations, car ce ne sont pas plus que des conversations pour le moment, avec les Poids et Mesures, ont permis d'admettre au départ le chiffre de 6 %. N'est-ce pas une tolérance possible ?

M. BERTRAND. — Elle est illusoire parce qu'elle ne tient pas compte de tous les échanges de chaleur entre appartements, elle est donc, à mon avis, inutile.

LE PRÉSIDENT. — Est-ce que le souci de la précision, en la matière, M. FISCH, n'est pas excessif ? Il y a de telles dépendances thermiques entre les différents locataires que, quelle que soit la précision du compteur, le comptage sera toujours faux.

M. FISCH. — C'est mon avis.

M. BERTRAND. — Si on part de l'idée de la répartition et si on admet des erreurs beaucoup plus grandes, autant aboutir à des systèmes, sinon à des appareils très économiques par rapport aux 50 000 F de M. FISCH.

LE PRÉSIDENT. — Le problème du compteur est un problème de physicien, le problème de la répartition des charges est un problème humain.

M. BERTRAND. — Une petite remarque, M. FOURNOL, quant aux chiffres que vous avez donnés. Si j'ai bien compris, dans le système à trois allures, vous avez une température moyenne de 18° contre 18,7° dans le système uniforme ?

M. FOURNOL. — Sur les 24 heures, à peu près.

M. BERTRAND. — Est-ce volontairement que vous avez oublié de faire le rapprochement entre cet écart de 0,7° et l'écart de température moyen correspondant, c'est-à-dire 16,2° ? ce qui fait, à peu près 4,5 %, et l'économie enregistrée au compteur 6. Vous avez une concordance.

M. FOURNOL. — C'est volontairement que je n'ai pas fait le rapport parce que je n'y crois pas beaucoup. Il est certain qu'il y a, effectivement, une concordance.

M. ZANIROLI. — Est-ce que le compteur étalon de M. FISCH comporte une tolérance ?

M. FISCH. — Il est le meilleur parmi les meilleurs à l'heure actuelle, ce qui m'interdit même d'en dire le nom.

LE PRÉSIDENT. — Avez-vous encore des questions à poser à M. FOURNOL ? Non. Je remercie encore et je félicite à nouveau M. FOURNOL ainsi que le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment de ces belles recherches.

## CONCLUSION DU PRÉSIDENT

*Au risque de rabâcher, je répète que les expériences in vivo, poursuivies par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment ont une importance capitale et sont irremplaçables par toutes expériences que nous pourrions faire par d'autres moyens et je me permets de souligner devant M. PARODI, l'académicien qui nous honore de sa présence, la rigueur scientifique avec laquelle sont conduites ces recherches, ainsi que le souci de ne négliger aucun facteur, ce qui donne toute quiétude quant aux résultats obtenus.*

## ÉTUDES SUR LA PRODUCTIVITÉ

Par M. B. TUNZINI.

### AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

*Est-il besoin de présenter M. Bernard TUNZINI, brillant Ingénieur des Arts et Métiers? Si c'est la première fois qu'il prononce une conférence à ces Journées, du moins est-il très connu par ses interventions toujours dynamiques et inspirées par le souci de la progression de notre industrie.*

*Son nom est un de ceux les plus célèbres en France, et nous savons également que, lorsque les industriels de ma génération devront transmettre le flambeau technique, il sera en bonnes mains dans celles de M. Bernard TUNZINI et des jeunes animateurs de nos Chambres syndicales.*

*Il s'est attaché au problème de la productivité, qu'il a particulièrement étudié aux États-Unis, lors d'une récente mission. Notre profession, plus ou moins routinière, n'accorde peut-être pas, à ce problème, une importance suffisante. Mais il ne peut trouver de meilleur avocat que M. Bernard TUNZINI.*

Productivité : tout le monde en parlait, on en parle moins. Il y a les enthousiastes, les sceptiques et le troupeau des indifférents.

Quand vous dites à quelqu'un : « Je m'occupe de productivité », surtout quand il est de notoriété publique que vos chantiers sont mal conduits, on vous regarde en souriant. C'est un fait : trop peu de choses ont été faites depuis un an et depuis le retour des Missions du Bâtiment.

C'est pourquoi j'estime que le Président MISSENARD, qui pourtant ne nourrit à mon égard que des sentiments amicaux — du moins je l'espère — m'a infligé, sans le savoir, une tâche ingrate et pour plusieurs raisons.

Il m'a demandé de vous parler de la productivité : c'est certes un sujet que je considère comme très passionnant, mais aussi comme très difficile à manier. On ne peut le traiter ou le comprendre que si l'on est vraiment soi-même convaincu que le problème se pose, ce qui, il faut bien le dire, ne constitue pas le cas de la majorité.

J'aurais aimé, comme l'ont fait la plupart des conférenciers qui m'ont précédé, vous enfermer dans les raisonnements d'une doctrine pensée, uniquement soumise à un jugement critique. Mais mon exposé ne peut être « qu'un digest »... à tous points de vue.

Enfin, j'aurais voulu vous apporter des conclusions formelles : je n'exprimerai que des vœux.

La productivité, tout le monde en parle, mais au fond, qu'est-ce ? Il y a la définition des Cartésiens pour lesquels tout se met en équation : la productivité est le quotient de la production par la durée du travail. Cette définition est celle de l'Office Européen de Coopération Économique. Étant donné les résultats remarquables obtenus par cet organisme dans le domaine de la coopération, on est en droit de se demander si cette définition est vraiment la bonne !

Pour moi, la productivité est quelque chose de beaucoup plus simple : c'est le résultat obtenu par des gens de bonne volonté, confiants dans leurs chefs, grâce aux moyens qu'offre la technologie moderne. Le but profond de la productivité est de créer des richesses partageables et d'élever le pouvoir d'achat.

Sans progrès technique, il n'y a pas de progrès social, mais le progrès technique est insuffisant pour résoudre à lui seul le problème. J'aimerais donc vous entretenir de la façon dont le problème semble avoir été résolu aux États-Unis.

La société américaine a été transformée en moins d'un demi-siècle pour avoir tout sacrifié à deux impératifs :

— Donner à chacun un pouvoir d'achat élevé par une politique de hauts salaires;

— Mettre à la disposition des usagers des produits de qualité à bon marché grâce à une production de masse bien organisée et admirablement distribuée.

Ce qui frappe le plus, d'ailleurs, le visiteur étranger qui se rend aux États-Unis, c'est l'aspect général du peuple américain, bien portant, bien habillé, heureux et d'une bonne humeur extraordinaire. La raison en est très simple : à l'exception d'une très infime minorité, l'ensemble du peuple américain possède ce qu'il lui faut. L'ouvrier, qui gagne en moyenne quatre fois plus que l'ouvrier français, achète à des prix qui sont sensiblement équivalents aux prix européens, ce qui se traduit par un pouvoir d'achat quatre fois supérieur.

Un jeune ouvrier, grâce à une saine politique de l'habitation, grâce à un système de prêt très libéral et à une construction intelligemment organisée, a la possibilité, à l'heure où il fonde un foyer, de devenir propriétaire de sa maison, construite sur une vaste pelouse, équipée de tout ce qui peut faciliter la vie domestique et, personnellement, je ne suis pas éloigné de croire que c'est la maison individuelle qui a fait l'Amérique d'aujourd'hui; cette maison individuelle, placée à distance des centres industriels, qui procure la détente indispensable.

En fait si, en Europe, chaque classe sociale possède un type particulier de vêtements, de mobilier ou d'architecture, aux États-Unis, l'aisance relative est caractérisée non par le nombre et l'importance des produits possédés, mais ces produits, en soi, sont les mêmes, quels qu'ils soient les individus.

On croit communément que la productivité de masse n'a eu comme conséquence technique que la production à la chaîne, alors qu'elle traduit seulement, à mon avis, une volonté d'organisation méthodique de l'esprit humain.



En d'autres termes, la production de masse ne serait guère possible si l'organisation technique n'était accompagnée d'une harmonieuse cohésion dans les efforts humains.

C'est une erreur de croire que la production de masse abêtît l'individu en substituant un manœuvre à l'ouvrier. La tendance nouvelle de l'industrie américaine est de remplacer la main-d'œuvre non spécialisée par les machines, qui travaillent plus vite et moins cher : plus il y aura de machines, plus il faudra de spécialistes, d'ingénieurs pour les concevoir, de techniciens pour les fabriquer, en dresser les plans, organiser la fabrication, plus il faudra de contremaîtres, d'agents de maîtrise, de main-d'œuvre spécialisée pour les utiliser, les conduire, les entretenir. Par suite de ce déplacement des valeurs, de l'aptitude manuelle à l'aptitude intellectuelle, on assiste à une élévation régulière du niveau intellectuel de la nation et non pas, comme on l'imagine ou comme on le caricature très souvent, à la généralisation du robot humain.

Petit à petit, le travailleur se fond dans une nouvelle et seule société qui est caractérisée par une extrême fluidité sociale. C'est en particulier cette absence de classes sociales qui a créé ce climat général de productivité dont chaque Américain est imprégné et où il trouve son épanouissement, dans cette atmosphère de confiance envers soi, envers ses chefs, ses camarades de travail, envers tous les individus de la nation.

Enfin, chacun est convaincu qu'il n'existe aucun obstacle dans l'accession à la hiérarchie : chaque Américain est persuadé qu'il peut devenir, demain, Président des États-Unis. La suppression des classes sociales entraîne l'égalité des hommes devant la vie.

En conclusion, la productivité n'est pas là-bas, une doctrine pensée, uniquement soumise au raisonnement critique : c'est une notion acquise, non discutable pour tout le monde. C'est ce qui explique pourquoi les États-Unis tout entiers baignent dans un climat de productivité. Tous les Américains sont persuadés qu'ils ont obtenu des résultats remarquables grâce à leur productivité, supérieure à celle de tous les autres peuples.

Cette opinion n'est pas celle de la majorité des Français et elle se heurte à certains préjugés. Certains disent qu'il est impossible de l'appliquer, et à ceux-là je pose la question :

« Pourquoi ? Avez-vous essayé ? »

On ne croyait pas aux chemins de fer. M. THIERS en particulier, à certaine époque et les savants disaient qu'à la vitesse effrayante de 30 km/h, le sang vous coulerait des narines et qu'on s'asphyxierait dans les tunnels. On peut rappeler aussi que GALILÉE a été obligé de se rétracter pour échapper au bûcher.

Il n'existe donc rien d'impossible.

Le chômage ? De tous les temps, les hommes ont craint la machine. En effet si le travail se fait deux fois plus vite, la moitié des ouvriers n'aura-t-elle plus de travail ? Ce serait un non-sens que, dans cette crainte, l'on songe à limiter le nombre des objets à fabriquer dans un laps de temps déterminé. Le pouvoir d'achat étant délimité par la somme des revenus annuels de chaque individu, si chaque objet coûte deux fois moins, chacun pourra en avoir deux fois plus. Le nombre des ouvriers, à chaque fois, est décroissant avec le perfectionnement des machines, dit-on. On oublie que s'il y a cent cinquante ans, les ouvriers de Lyon ont brisé le métier à tisser Jacquard, combien de milliers d'ouvriers, actuellement, doivent à cet inventeur leur emploi ?

Une autre objection, faite très couramment, est celle qui concerne la dimension des entreprises. N'oublions pas que l'Amérique est le pays des petites entreprises : 98 % des entreprises américaines ont moins de cinquante ouvriers.

Le marché immense ? Beaucoup d'usines américaines limitent leur production à leur État et, par conséquent, ne s'attaquent pas à l'ensemble des marchés américains.

Les grèves ? Oui, c'est entendu : là comme partout ailleurs, il y a des grèves, mais chaque grève est considérée comme un épisode normal de contestation, comme une rupture de pourparlers à un moment donné. Il nous arrive à nous-mêmes de nous trouver en rupture de pourparlers avec nos clients, mais nous ne pensons pas, à ce moment-là, que ce soit un épisode particulièrement anormal de notre vie d'entrepreneurs. Par conséquent la grève, là-bas, est un événement professionnel, tout simplement. Il est d'ailleurs symptomatique de noter qu'il s'est créé, aux États-Unis, un organisme chargé d'étudier les conflits professionnels, d'en étudier la philosophie profonde, afin non seulement de pouvoir les régler quand ils sont aigus, mais d'éviter qu'ils se produisent et cela en remontant à la source même de ces conflits.

La mission que j'ai dirigée a eu l'occasion d'assister à une conférence faite par le directeur de cet office et nous avons été frappés par la profondeur de vues et l'humanité de ceux qui travaillaient à la solution de ces problèmes.

J'aborderai maintenant l'examen des facteurs économiques et sociaux de la productivité.

Quelle est la raison profonde de la productivité américaine ? Il y a d'abord des facteurs humains et ceux-ci sont parmi les plus importants.

## 1<sup>o</sup> Les facteurs humains.

En premier lieu, il y a l'apprentissage.

L'apprentissage est, d'une façon générale, extrêmement bien fait dans nos professions. A la sortie de la *High School*, l'apprenti passe trois ans dans une école d'apprentissage, tout en ayant un emploi stable chez un patron. Il ne consacre à son apprentissage qu'une part de son temps de travail, mais cet apprentissage est très poussé. C'est ainsi que nous avons visité la *Washburn School* à Chicago et nous avons pu constater que les apprentis-monteurs faisaient des calculs de déperdition et des schémas d'installation dont ils calculaient les diamètres. Il n'est pas douteux que les entreprises américaines, qui bénéficient d'ouvriers spécialisés ayant cette formation professionnelle, sont particulièrement favorisées dans l'exécution de leurs travaux.

En second lieu, dans toute l'Amérique, on facilite la promotion ouvrière. L'état d'ouvrier n'est considéré que comme un stade dans l'évolution de l'individu et celui-ci est toujours, en principe, destiné à monter plus haut. Pour cela, les écoles de formation de cadres sont extrêmement nombreuses et les méthodes de familiarisation de l'ouvrier avec le rôle de cadre qu'il aura à jouer plus tard sont utilisées, notamment la méthode de T. W. I.

## 2<sup>o</sup> Les facteurs techniques.

Parmi les facteurs techniques, les plus importants sont l'organisation du travail, l'étude des mouvements, des temps élémentaires, la quantité, la qualité de l'équipement, la qualification de la main-d'œuvre (nous en avons parlé à l'occasion de l'apprentissage) et l'efficacité de la direction. Je suis bien forcé de constater, quand je me compare à mes confrères américains, que je ne dirige pas

mon entreprise comme je le désirerais par suite des charges secondaires qui m'accablent et que, de ce fait, mon efficacité est loin d'être comparable à la leur.

Enfin, le contrôle budgétaire : un chef d'entreprise français, comme son collègue américain, suppose, au début de l'année, son chiffre d'affaires, ses charges et détermine les coefficients qui lui permettront de traiter ses affaires dans des conditions normales, du moins il l'espère. Il n'a plus, en cours d'année, dans la plupart des cas, les possibilités de vérification qu'offre le contrôle budgétaire aux Américains dont la comptabilité permet de déterminer, à un moment quelconque, si les prévisions qui ont été faites en ce qui concerne les calculs de charges sont vérifiées ou non. En conséquence, le chef d'entreprise peut, à tout moment, rectifier l'étude de ses prix, la composition de ceux-ci pour les ajuster à la santé de son entreprise. Nous, nous ajustons nos prix suivant le montant de la concurrence : c'est une méthode quelque peu différente et combien anormale !

### 3° Les facteurs commerciaux.

Évidemment, le marché est extrêmement stable. Les Américains le créent par une publicité intelligente, même au stade de l'entrepreneur. Nous avons vu notamment comment les entrepreneurs de plomberie faisaient naître le besoin des installations sanitaires dans leur clientèle, ou leur rénovation.

### 4° Les facteurs financiers.

Le crédit à bon marché, que nous connaissons, s'obtient à 1 ou 2 %. Les paiements sont réguliers, une situation de travaux est payée dans le mois qui suit. Enfin, les stocks des entreprises sont très peu importants ; ainsi, par exemple, une société de Washington dont le chiffre d'affaires annuel était d'environ 1,5 milliard de travaux, avait 4 millions de stocks.

En conclusion, quand on examine l'ensemble de ces facteurs, on voit que la productivité est un pont lancé entre les domaines de l'Économie et du Social et que ce sont là deux éléments qu'il est impossible de dissocier.

## Organisation des professions de la Construction.

Comment les professions de la construction sont-elles organisées outre-mer et en quoi cette organisation influe-t-elle sur la productivité des entreprises du bâtiment ?

A de très rares exceptions près, aux États-Unis, quand on veut construire un bâtiment, l'Architecte joue un rôle essentiel à la phase d'études.

En effet, la construction y est caractérisée par un temps d'études relativement long et un temps d'exécution extrêmement court, à l'inverse de ce qui se passe dans notre pays. C'est une des raisons profondes, d'ailleurs, pour lesquelles l'organisation des professions de la construction est très différente.

L'Architecte est, avant toute chose, un créateur qui doit concevoir le bâtiment pour le rôle qu'on lui assigne et pour la fonction qu'il aura à remplir. Son rôle s'étend aux études de détail, faites avec le concours de techniciens spécialisés et à l'organisation du programme de construction, pour coordonner l'action des différents corps d'état en vue d'aboutir, dans un délai déterminé, à la mise en œuvre de l'édifice. Sa fonction est capitale et l'efficacité que nous avons remarquée au cours de notre voyage, dans les différentes activités de la construction, est due principalement au fait que la plupart des tra-

voux ont été minutieusement approfondis à la phase des études et traduits dans des plans et des spécifications précises, l'exécution des travaux n'étant plus qu'une stricte application, sans modifications importantes, sur les chantiers, des programmes élaborés et des spécifications imposées.

Je vous ai dit que l'Architecte travaillait, assisté d'un Ingénieur-Conseil spécialiste, dont il a été fait mention, attaché soit directement au cabinet de l'Architecte — cas le plus rare — soit indépendamment mais, dans ce cas, choisi par lui.

D'une façon générale, l'Architecte fait appel à deux catégories d'Ingénieurs-Conseils, l'une pour le gros œuvre et l'autre pour l'équipement technique, ce dernier comportant le chauffage, la ventilation, les installations sanitaires et l'électricité.

Quelle est la mission de l'Ingénieur-Conseil, aux États-Unis ? Il a pour première mission d'établir d'après les plans d'ensemble dressés par l'Architecte, les schémas d'installation des appareils, les schémas de canalisations ; il détermine ensuite, en accord avec l'Architecte, les matériaux de construction dont l'utilisation peut avoir une incidence sur les dispositions prises par l'entreprise. Lorsque les dispositions définitives prises avec l'Architecte ont été discutées et mises au point, lorsqu'elles ont été agréées par le client, l'Ingénieur-Conseil procède à l'étude détaillée des installations qui comprend essentiellement les calculs d'installations, la détermination des caractéristiques des appareils, les plans d'implantation de ces différents matériels et les schémas de distribution des canalisations reliant ces différents éléments.

Par contre, l'Ingénieur-Conseil ne détermine pas le mètre des canalisations, les diamètres de celles-ci, dont la responsabilité incombe à l'Entrepreneur, l'Ingénieur-Conseil étant pleinement responsable, lui, du bon fonctionnement du système, ce qui est en contradiction formelle avec les usages établis en France.

Cette étude doit être poussée avec le plus grand soin et constitue un élément définitif d'exécution. A titre d'exemple, les tracés de canalisations font apparaître l'emplacement exact et relatif de celles-ci et leurs dimensions.

L'Ingénieur-Conseil établit, en outre, des spécifications qui précisent, entre autres principes, les caractéristiques des matériels employés, la qualité des matériels. De ce fait, étant donné ses responsabilités, la législation de la plupart des États soumet l'Ingénieur-Conseil à un agrément préalable qui est en quelque sorte la sanction de ses responsabilités.

Cette organisation est donc conçue dans le souci de donner une efficacité totale à l'étude préalable, qui est l'élément essentiel de productivité de l'industrie de la construction. C'est un point sur lequel je reviendrai plus tard en examinant ce qu'il est possible de faire en France.

Ensuite, la parfaite organisation des professions de la construction limite toute superposition des responsabilités, qui sont prises dès la mise au point du projet par les différents spécialistes. Nous verrons plus loin, lors de l'étude de l'organisation des chantiers, que si les entreprises d'équipement jouent un rôle essentiel dans la bonne conduite de ceux-ci, c'est justement du fait des études préalables. Celles-ci sont génératrices d'importantes économies, tant sur le plan de l'intérêt général que sur celui plus particulier des entreprises.

Sur la base des plans et des spécifications établis par l'Ingénieur-Conseil, l'Architecte procède ensuite à la consultation des sous-entrepreneurs et je parlerai plus généralement de l'intermédiaire que constitue l'Entrepreneur général.



En effet, comme l'Architecte va disparaître pratiquement à la phase d'exécution, il va bien falloir trouver un responsable sur les chantiers et il est apparu aux Américains qu'il convenait de confier cette responsabilité, le plus généralement, à une entreprise générale. Celle-ci a une tout autre conception de son rôle, je dois le dire franchement, que la majorité de nos entreprises générales. En effet, elle assure ses fonctions de direction et de coordination par prééminence à celle d'entrepreneur de maçonnerie.

Toutefois, comme la perfection n'est pas de ce monde, nous avons quand même constaté que dans certains cas, les entreprises générales profitaient de leur position, au détriment des entrepreneurs d'équipement. De ce fait, certains d'entre eux ont essayé de s'affranchir de leur tutelle en raison des abus idéologiques à ceux que nous rencontrons quelquefois.

Aux États-Unis, la responsabilité de l'Entrepreneur d'équipement ne s'attache qu'à la parfaite exécution des travaux, dans le cadre des plans et des spécifications établis par l'Ingénieur-Conseil, sous la direction de l'entreprise générale et à garantir pendant un an le matériel installé, ce qui limite considérablement son risque... et peut-être aussi sa position morale. Nous y reviendrons plus loin.

**Comment s'exécutent les travaux?** Je parlerai simplement de bâtiments collectifs car, en fait, si aux États-Unis la grande majorité des Américains loge dans des maisons individuelles, il est bien certain que nous avons vu aussi de nombreux immeubles collectifs, de quatre à dix étages, similaires à ceux que l'on rencontre généralement en France. C'est de cette catégorie de bâtiments dont je parlerai, car les problèmes à résoudre y sont très voisins de ceux que nous rencontrons nous-mêmes.

Comme je l'ai déjà dit, ce qui frappe quand on examine l'exécution des travaux sur un chantier américain, c'est la parfaite coordination réalisée entre tous les corps de métier. Cette coordination se traduit, dès l'origine, sous la forme d'un planning de chantier très rigoureux, établi par l'Architecte, l'Entrepreneur général et les différents sous-entrepreneurs. L'établissement de ce planning constitue, le plus souvent, la seule intervention de l'Architecte sur le chantier. Il permet à l'Ingénieur ou au Contremaître chargé de l'exécution des travaux de chauffage de déterminer à quel moment les différentes opérations de montage devront être exécutées, à quelle date le matériel doit être approvisionné, ce qui nécessite d'ailleurs une liaison étroite avec les fournisseurs qui approvisionneront le chantier. Ces mêmes fournisseurs le débarrasseront des matériels non employés, qu'ils reprendront, d'ailleurs, à prix coûtant.

D'une façon générale, les fondations terminées, l'ossature est exécutée de manière continue, la manutention des matériaux et des matériels étant assurée au fur et à mesure de l'avancement du chantier par des montecharges rapides mais aussi par la mise à disposition immédiate des escaliers.

A partir du moment où les fondations sont terminées, quatre hommes joueront un rôle clé dans la construction du bâtiment. Ce sont :

- Le chef de chantier de l'entreprise générale;
- Les chefs de chantier pour le chauffage et le conditionnement d'air, la plomberie et l'électricité.

Les plans d'exécution établis par le bureau d'étude étant faits avec une grande précision et donnant notamment les emplacements exacts de l'implantation des tuyauteries, de leurs supports et des fourreaux disposés

à travers les planchers et les murs, le Contremaître spécialiste fait disposer au fur et à mesure dans la coulée des planchers :

- Les « inserts » qui serviront à la pose des supports de tuyauterie et qui sont disposés sur les boisages avant la coulée du bâtiment;

- Les fourreaux verticaux dans les différents planchers, au droit du passage des canalisations;

- Éventuellement, certains supports de canalisations verticales.

Dès qu'un plancher est décoffré, les canalisations verticales de chauffage de plomberie et les gaines de ventilation sont montées. Dans le même temps s'exécutent les sous-sols, les collecteurs de distribution desservant les différents réseaux. Nous avons été frappés par la simplicité de dispositifs de fixation de tuyauteries verticales.

Les colonnes verticales une fois montées, dans un espace rendu complètement libre par l'absence de toute cloison intérieure, il est procédé à l'installation :

- Des tuyauteries de raccordement entre les colonnes verticales et les appareils;

- Des supports d'appareils;

- Des appareils eux-mêmes dans certains cas (appareils de chauffage, conditionneurs d'air, baignoires).

Il est intéressant de signaler, par exemple, une constatation que nous avons faite de nombreuses fois, à savoir que la maçonnerie proprement dite (je ne veux pas dire le gros œuvre), est considérée comme un élément secondaire de la construction. Pour faciliter la pose de convecteurs disposés en allège de fenêtre, il avait été demandé au maçon de terminer ses enduits sur une surface d'environ 2 m<sup>2</sup> au droit de chaque appareil, ce qui permettait ainsi de les poser de façon définitive sans aucun recours ultérieur au spécialiste pour des montages et remontages, la peinture d'apprêt ayant été faite préalablement.

D'une façon générale, l'assemblage des tuyauteries est caractérisé par une abondance de raccords de toute nature et par l'absence presque systématique de raccords démontables. La soudure est employée principalement dans les installations où la pression est assez élevée, dans les sous-sols pour les canalisations de gros diamètres et, plus rarement, pour les réseaux dont le diamètre est inférieur à 2 pouces. Les canalisations verticales sont rassemblées dans des gaines où elles sont disposées de façon absolument rectiligne de bas en haut du bâtiment, avec une absence totale de coudes, ce qui élimine pratiquement la plus grande partie des cintrages de tubes de gros diamètre. Il faut noter, en passant, que cette disposition entraîne sur le plan du fonctionnement des appareils, notamment des sanitaires, des avantages considérables et qui justifient dans une certaine mesure le fait que pratiquement dans de nombreux cas, il apparaît impossible de visiter par la suite les canalisations.

Certaines canalisations sont pourvues d'un isolant calorifuge dont la nature est très variée et dont le choix est surtout fonction des conditions à remplir, mais aussi de la rapidité d'exécution de ce travail. Nous avons remarqué les dispositifs utilisés pour la fixation du calorifuge des gaines de ventilation et qui économisent un temps considérable de pose.

Le réseau de distribution terminé, il est procédé immédiatement à l'essai d'étanchéité et de pression des diverses canalisations et ce n'est qu'après ces essais que l'Entrepreneur de maçonnerie commence l'exécution des cloisons intérieures.

Les principes exposés ci-dessus sont valables, dans les mêmes conditions, pour toutes les lignes et canalisations électriques.

Nous avons remarqué que, très souvent, l'installation de chauffage était mise en service au fur et à mesure de l'avancement de la construction, ce qui permettait de bénéficier du chauffage pour assurer, d'une part, de meilleures conditions de travail et, d'autre part, le séchage des matériaux.

La différence constatée entre les équipes américaines de montage et les équipes françaises réside dans l'absence quasi totale de manœuvres ou d'aides. La raison en est due à ce que la plupart des opérations ou chantiers effectués par les manœuvres et par les aides, notamment les manutentions verticales qui sont assurées par les monte-charges, la préparation des travaux de cintrage qui sont ici pratiquement inconnus, la préparation des travaux de taraudage qui ici s'exécutent par des machines automatiques, n'ont pas de raison d'être aux États-Unis. Cette préparation s'accompagne quelquefois d'un pré-montage de certains éléments qui arrivent constitués sur le chantier.

La coordination des opérations de chantier entre corps d'état et la position-clé donnée aux entreprises d'équipement ont permis de leur assurer une productivité maximum. Cette productivité est accrue par les méthodes qui ont inspiré, d'une part les études et, d'autre part, les études d'exécution. Celles-ci poussées dans leurs moindres détails, suppriment toute innovation de chantier, le travail se résumant à l'application stricte des conditions fixées et des plans.

Les études préalables permettent en outre, par un groupement judicieux des appareils, d'en assurer un meilleur fonctionnement et le groupement des appareils à proximité des colonnes et des chutes entraîne des économies considérables de matières et de main-d'œuvre.

En règle générale, l'intervention des corps d'état est dirigée de façon telle que ceux-ci travaillent absolument sans solution de continuité, ce qui évite les arrêts de travail, supprime les temps morts et ne rend plus tributaire l'entreprise d'équipement de l'avancement des travaux de maçonnerie et de finition, qui sont très souvent une cause de retard.

Les méthodes de construction employées permettent la libération successive des étages et, dans certains cas, la mise en service de ceux-ci avant que la totalité de l'immeuble soit terminée.

En résumé, en dehors des principes qui régissent la construction et qui sont eux-mêmes des éléments de productivité, les facteurs principaux de la haute productivité de nos professions sur le chantier sont les suivants :

- La qualité des matériels et des matériaux;
- La qualification des ouvriers;
- Les machines-outils des chantiers;
- La suppression de certaines opérations telles que le cintrage à chaud.

Toutes choses restant égales par ailleurs, notamment l'approvisionnement des matériaux et leur qualité, il nous apparaît que le facteur essentiel de la rapidité avec laquelle s'édifient les bâtiments américains est due, d'une part, à la préparation des études et, d'autre part, à l'ordre dans lequel les corps d'état interviennent dans la construction. On constate simplement la présence d'apprentis dans une proportion qui varie assez largement suivant ceux-ci.

Nous avons déjà dit que la manutention était extrêmement facilitée par la mise à disposition des monte-charges et par la présence des escaliers. Les gravats des chantiers sont évacués au fur et à mesure à chaque étage par des trémies collectées extérieurement sur une gaine verticale desservant tout l'immeuble en construction, ce qui facilite le roulement des appareils et explique d'ailleurs la grande propreté des chantiers visités.

La qualité des matériels, le fini de leur exécution, la multiplicité et la qualité de l'usinage des pièces de raccord permettent la généralisation de leur emploi et évitent les retouches ultérieures, par exemple la réfection des joints.

La variété et l'emploi systématique des supports de tuyauteries manufacturés suppriment l'exécution de ceux-ci sur le chantier et les innovations qu'elle entraîne inévitablement. Par ailleurs, il faut souligner la légèreté générale et la simplicité des supports. Les assemblages taraudés sont à emboutements coniques, ce qui supprime totalement les joints et donne une garantie parfaite d'étanchéité.

L'outillage à main est très sensiblement identique à celui utilisé en France. Toutefois, la qualité des matières premières utilisées dans la fabrication des outillages est à remarquer. D'une façon générale, les caisses de monteuses sont moins complètes qu'en France, principalement en sanitaire, d'une part parce que les ouvriers sont plus spécialisés et, d'autre part, parce que certains métaux tels que le plomb ne sont jamais utilisés. Par contre, il existe un petit outillage de tôlier sans équivalent en France.

L'établi des monteuses est le plus souvent remplacé par un pionnier léger et dans les chantiers visités, nous n'avons pas rencontré une seule forge, les seuls cintrages réalisés l'étant au moyen de cintrouses mécaniques.

Par contre, la Mission a été frappée par la généralisation de l'emploi des machines de chantier à usages multiples (taraudage, coupe, fraisage). Dans certains cas, ces machines étaient munies d'un dispositif particulier pour visser les raccords.

Les travaux en élévation sont réalisés grâce à des platelages disposés sur des tréteaux et qui remplacent presque totalement les échelles de chantier.

C'est à dessein que nous avons réservé pour la fin l'étude de la préparation en atelier de certains éléments de tuyauterie car cette méthode appliquée par de grosses entreprises sur des chantiers importants ne semble pas être généralisée. Pourtant, les chefs d'entreprises qui utilisent de telles méthodes, questionnés à ce sujet, nous ont informés que l'emploi de cette méthode représente une réduction considérable de dépenses de main-d'œuvre.

La préparation des éléments de tuyauteries ou préfabrication peut être réalisée soit dans l'atelier de l'entreprise bien outillé en moyens mécaniques, soit dans l'atelier de chantier plus souple d'utilisation.

Les entreprises d'une certaine importance préparent dans certains cas, en atelier, la presque totalité des canalisations destinées à un chantier assez important. Nous avons même visité une entreprise qui avait préparé en atelier la presque totalité des canalisations destinées aux installations sanitaires d'un immeuble, avant même que la construction de l'immeuble ne soit commencée.

Mais ce fait est tout à fait exceptionnel. Le plus souvent, et en règle générale, les canalisations en fer de 2" 1/2 et au-dessus sont coupées, filetées et préassemblées avec certains raccords, en atelier, pour ne pas avoir à utiliser sur le chantier de grosses machines à fileter. Les canalisations de 2" et au-dessous sont toutes exécutées



sur le chantier. Ceci constitue une règle générale qui est d'ailleurs sanctionnée par un article des conventions collectives passées entre syndicats ouvriers et associations patronales.

En fait, le pourcentage de préparation de tuyauteries en atelier dépend pratiquement de l'importance du chantier, de sa cadence d'exécution, du mode de construction et de la précision du gros œuvre, de la précision des plans d'exécution et de leur stabilité, de la distance du chantier par rapport à l'atelier de maison et de la plus ou moins grande facilité d'organisation d'un atelier de chantier avec machines à couper, à fileter, électriques.

Voilà, très brièvement résumées, beaucoup plus brièvement que je ne l'aurais voulu, les caractéristiques de l'industrie de la construction aux États-Unis.

Deux faits sont à retenir : l'influence de l'étude préalable et celle de la coordination des travaux des différents corps d'état sur le chantier. Pour le reste, on peut dire que nos bons ouvriers n'ont pas grand'chose à apprendre des ouvriers américains, mais qu'en moyenne le personnel ouvrier est malgré tout d'une qualité supérieure.

La main-d'œuvre américaine ne travaille pas plus vite et, au point de vue de l'outillage, un certain effort a déjà été fait en France où maintenant sont utilisées plus fréquemment des machines à tarauder, dans de nombreuses entreprises. Sur le plan du petit outillage, on ne rencontre pas de très grosses différences entre l'équipement français et l'équipement américain. Par contre, en matière de ventilation et de conditionnement d'air, il existe des outillages individuels absolument sans équivalents en France.

Lorsque les Missions de Productivité du Bâtiment sont revenues en France, la Fédération du Bâtiment a décidé de créer un groupe de Travail sous la présidence de M. LEMAIRE. Ce groupe de travail s'est réuni et a essayé de dégager les conclusions essentielles des Missions aux États-Unis et de les faire passer dans le domaine des faits.

Malheureusement, il faut bien dire qu'il ne s'est pas passé grand'chose, jusqu'à maintenant. La raison principale, à mon sens, en est la suivante : il ne peut pas être demandé à des chefs d'entreprise de donner autre chose que des directives, car ils n'ont pas le temps matériel de s'appesantir sur ces problèmes, de les étudier et de les discuter en détail.

Ce qui a manqué, jusqu'à présent, à la Fédération Nationale du Bâtiment, c'est un homme, choisi dans son sein qui, abandonnant son rôle d'entrepreneur, accepterait de mettre en œuvre l'organisation que suppose une telle entreprise.

Dans la négative, il est sans doute possible de trouver un élément, à la rigueur étranger à nos professions, qui pourrait étudier personnellement ces problèmes, et en poursuivre la mise au point. L'industrie de la fonderie, grâce à un animateur extraordinaire a déjà, je crois, obtenu des résultats remarquables dans le domaine de la Productivité, tout au moins sur le plan technique, par l'amélioration de l'organisation du travail.

L'Union des Chambres Syndicales de Chauffage a créé un groupe de travail « Productivité » et je dois dire que j'ai été favorablement surpris par l'intérêt qu'ont porté aux études que nous avons faites les membres présents à nos réunions. Je crois qu'il sera possible, dans les mois à venir, de rédiger des conclusions positives à la suite des rapports qui ont été élaborés ou qui sont en préparation.

Je voudrais vous parler de ce que nous avons fait jusqu'à maintenant et des premières conclusions auxquelles nous sommes arrivés.

## L'étude préalable. Les Ingénieurs-Conseils.

Le premier problème que nous nous sommes posés a été le problème crucial de l'étude préalable : il se ramène à celui de l'Ingénieur-Conseil et des bureaux d'études techniques.

Lorsqu'il y a un an, au Ministère de la Reconstruction, s'est manifestée une certaine évolution, celui-ci a cru trouver la solution des problèmes de construction, en décidant que pour un certain nombre d'opérations, le soin d'étudier les projets techniques serait confié à des bureaux d'études spécialisés, les entreprises ne jouant plus que le rôle d'exécutants. En fait, bien entendu, la responsabilité de celles-ci reste entière.

C'était une façon élégante d'envisager les choses et cette conception s'est heurtée à une première lacune : la responsabilité des bureaux d'études ainsi choisis n'étant pas engagée, on a vu, en matière de chauffage, les élucubrations les plus hurlantes. J'ai constaté certaines d'entre elles. Certains Architectes ont appelé à leur secours les Entrepreneurs en qui ils avaient confiance, en leur disant : « Écoutez, on m'a annexé un bureau technique spécialisé, mais, dans le fond, j'étais beaucoup plus tranquille quand vous me conseilliez vous-mêmes, et je crois que nous avons intérêt à rectifier ensemble les erreurs. »

Je ne veux toutefois pas dire qu'il n'existe pas d'Ingénieurs-Conseils qualifiés, mais que l'expérience a été mal montée. Aucune transition n'a été ménagée dans la mise en œuvre de cette expérience qui devait faire novation et, dans certains des bureaux techniques choisis, il n'existait pas d'Ingénieurs en chauffage qualifiés.

Le Groupe de Travail a estimé que cette question était extrêmement importante et nous nous sommes penchés sur le problème. C'est d'ailleurs mon ami Georges PETIT qui a eu la charge d'étudier plus spécialement ce problème et je vais vous donner les conclusions auxquelles nous sommes dès maintenant arrivés.

Tout d'abord, nous nous sommes fixés un objectif extrêmement limité : nous avons pensé qu'il était intéressant, en premier lieu, de chercher à réduire le prix des immeubles d'habitation. Nous avons donc laissé de côté les opérations particulières telles que : construction d'hôpitaux, de théâtres, de bâtiments publics, ce qui n'a peut-être, pas une extrême importance, du moins pour l'instant. Ce qu'il faut obtenir, c'est que le prix de l'habitation diminue et c'est là notre seul objectif.

C'est donc dans cet esprit-là que nous avons envisagé notre étude et la première question que nous nous sommes posée fut celle-ci : qui exécutera l'étude préalable ?

- Un Ingénieur indépendant ?
- Un bureau spécialisé d'Ingénieurs-Conseils ou un bureau d'entreprise ?
- Un Architecte s'entourant d'Ingénieurs ?

La première solution, *Ingénieur-Conseil unique*, ne semble pas devoir être retenue, un seul individu, si compétent soit-il, ne peut en effet, dans l'état actuel de l'évolution de la technique, être suffisamment au courant des multiples problèmes posés par la construction d'un immeuble moderne pour leur apporter les solutions vraiment adaptées à chaque cas particulier ; la soi-disant polyvalence de certains Ingénieurs ne fait, bien souvent, malheureusement, que voiler soit une insuffisance générale, soit de graves lacunes qui les conduisent à se décharger d'une partie de leur travail sur les bureaux d'entreprise ; dans l'un et l'autre cas, l'Ingénieur-Conseil n'apparaît que comme un intermédiaire d'utilité contestable entre le Maître de l'œuvre et les entreprises.

En résumé, nous ne sommes plus à l'ère de l'Ingénieur-Conseil, mais à l'ère des Ingénieurs-Conseils, spécialistes chacun d'une technique bien déterminée, ce qui nous conduit à examiner le deuxième cas.

#### *Bureau spécialisé d'Ingénieurs-Conseils.*

L'étude préalable réclamant pour être menée à bien le concours de plusieurs Ingénieurs, il est apparu judicieux aux Ingénieurs-Conseils de se grouper en un bureau spécialisé, susceptible de faire le projet d'ensemble réclamé par le client (Architecte par exemple, ou société, etc.); cette solution qui sauvegarde le caractère libéral de la profession d'Ingénieur-Conseil, donne également à ces derniers, des moyens d'action plus importants et une productivité accrue. Elle ne peut que contribuer au relèvement de cette profession, qui doit garder un caractère de totale indépendance, tant vis-à-vis des entreprises que des constructeurs de matériels.

#### *Bureau composé de techniciens tous corps d'état.*

La seule différence avec le cas précédent est d'ordre juridique : nous passons d'une profession libérale à une profession commerciale. Les techniciens du bureau sont des salariés appointés par une société à la vie financière, à laquelle ils sont le plus souvent étrangers. Sur le plan pratique, cette solution doit fournir, pour la mise au point de l'étude préalable, des résultats équivalents, voire même supérieurs à la précédente, tant par suite du principe d'autorité qui est à la base de l'organisation d'un tel bureau, que par l'émulation qui peut régner entre spécialistes d'une même branche, dans le cas de bureaux importants.

Il y a lieu, toutefois, de signaler un grave danger d'ordre moral : une telle affaire, pour être viable, doit être en mesure de réaliser des bénéfices, ce qui peut conduire à une rémunération exagérée des services rendus; si, d'autre part, le caractère lucratif de la société elle-même semble secondaire, il est à craindre que le bureau n'ait, en définitive, d'autre but que la défense d'intérêts commerciaux fort éloignés de l'étude préalable : intérêts de constructeurs de matériels, d'entrepreneurs, ou d'exploitants de chauffage, de fournisseurs de combustible, etc., assurant la commandite du bureau.

De ce fait, cette formule, assez neuve en France et qui a déjà reçu quelques applications, semble donc devoir appeler certaines réserves.

#### *Architecte s'entourant d'Ingénieurs.*

Formule féconde et résolvant entièrement le problème sous réserve :

a) Que la collaboration entre le Maître de l'œuvre et ses adjoints techniques soit durable pour qu'il se forme un véritable esprit d'équipe et non limitée à l'étude d'un problème déterminé;

b) Que les éléments que s'adjoint ainsi l'Architecte, et qui dépendent de lui tant hiérarchiquement que financièrement, soient réellement valables, rien n'étant changé dans la manière traditionnelle d'agir du Maître de l'œuvre;

c) Que la rémunération de l'Architecte tienne compte largement du surcroît de travail et des charges entraînées par l'augmentation de ses attributions, condition qui aura ses répercussions sur les deux précédentes.

Il y a lieu, toutefois, de remarquer que cette solution

ne peut s'appliquer qu'à de très gros cabinets et que son champ d'application en France apparaît donc comme fort limité.

En réalité, dans la plupart des cas, l'Architecte devra faire appel, pour l'étude des problèmes techniques posés par les installations d'équipement, à un spécialiste qui assumera sous sa direction les responsabilités essentielles.

#### *Par l'entreprise.*

L'étude préalable peut enfin être menée à bien par le bureau d'études d'une entreprise, ce qui implique qu'il s'agisse d'une entreprise générale suffisamment importante pour grouper en son sein toutes les spécialités du bâtiment. Le résultat peut être équivalent à celui des cas précédents : toutefois cette solution offre l'inconvénient d'engager moralement l'Architecte vis-à-vis de l'entreprise, avant l'appel d'offres.

Disons tout de suite que chez nous, cette solution sera rarement applicable, peu d'entreprises générales étant à même d'exécuter à elles seules la totalité des spécialités si diverses du bâtiment; aussi l'étude préalable sera-t-elle plutôt confiée à un groupe d'entreprises spécialisées.

Celles-ci pourront déléguer des spécialistes qui travailleront en commun sur une affaire déterminée, constituant ainsi une véritable agence; c'est la meilleure solution qui ne peut toutefois être envisagée que pour des travaux très importants.

Plus simplement, la coordination se fera au cours de réunions périodiques auxquelles prendront part des techniciens des diverses spécialités, réunion dirigée soit par l'Entrepreneur général, soit par le Maître de l'œuvre; nous avons tous l'expérience de cette méthode, qui constitue certes un progrès notable, mais il ne semble pas qu'elle puisse permettre de mettre sur pied une étude préalable vraiment au point, telle que nous l'avons définie précédemment.

#### *a) Conclusion théorique.*

L'étude préalable doit être faite par un bureau spécialisé, soit association d'Ingénieurs-Conseils, soit véritable entreprise d'étude groupant des Ingénieurs spécialistes salariés.

Dans l'un et l'autre cas, ce bureau devra avoir une indépendance totale vis-à-vis des constructeurs, installateurs, exploitants et groupements financiers divers, étant guidé par le seul souci d'apporter dans la construction des logements, les solutions les plus rationnelles et les plus économiques.

Parfois, enfin, ce bureau pourra être intégré à l'Agence d'Architecture, solution idéale qui suppose des Cabinets très importants.

#### *b) Conclusion pratique.*

En France, actuellement, d'une part nous souffrons dans le bâtiment d'une pénurie de techniciens spécialistes, d'autre part, nombreuses sont les entreprises, petites ou moyennes, qui n'ont pas de bureau d'études. Elles sont amenées à faire appel à des Ingénieurs-Conseils, qui, quelquefois sans diplômes ni expérience professionnelle, ont en définitive un rôle plus nuisible qu'utile.

Il importe donc que toutes les compétences soient au plus vite utilisées rationnellement, dans le cadre de l'organisation existante, en attendant que se créent, en



nombre suffisant, les bureaux d'études « Bâtiment », envisagés précédemment.

Ceci nous conduit, pour le cas du chauffage, à collaborer :

— Avec l'Ingénieur-Conseil thermicien, indépendant, qui doit fournir une étude préalable complète et non un vague Cahier des charges; sa compétence et son honorabilité pourraient être contrôlées par nos Chambres syndicales par exemple, sous forme d'agrément, qui devrait être sollicité par l'intéressé.

Sa rémunération pourrait être fixée selon des règles élaborées en commun et tenant compte des économies que son intervention peut entraîner;

— Avec les bureaux spécialisés, les mêmes remarques que ci-dessus étant faites quant à leur compétence, en étant en outre très strictes quant à leur indépendance;

— Enfin, à utiliser transitoirement les bureaux d'études des entreprises.

Ceux-ci pourraient être recensés, dans le cadre des Fédérations régionales. Ils pourraient accorder ouvertement leur concours au Maître de l'œuvre, étant rémunérés de leur travail sur des bases précisées au préalable et indépendantes du résultat de l'appel d'offres.

#### **Quel sera le contenu de l'étude préalable de chauffage?**

L'étude préalable comportera deux séries de documents distincts :

a) *Une partie théorique préliminaire* dont les résultats seront communiqués à l'entreprise.

Il s'agira essentiellement du calcul des déperditions, du calcul des canalisations ou des gaines, du calcul des conduits de fumée.

L'auteur de l'étude préalable, en fournissant les résultats de ces divers calculs, devra préciser les méthodes employées, méthodes sur lesquelles les bureaux techniques des entreprises pourront éventuellement formuler une appréciation critique susceptible d'applications pratiques, introduite dans les offres sous forme de variantes au projet de base.

Il est par conséquent souhaitable qu'à la demande des entreprises, les sous-détails des calculs puissent leur être communiqués, afin qu'un véritable climat de confiance soit créé entre les bureaux d'études ayant conçu l'installation, et les entreprises qui assumeront la responsabilité de son exécution.

La fourniture de ces premiers documents doit permettre de réaliser un pas important dans le domaine de la Productivité au stade de l'établissement des devis.

N'est-il pas, en effet, inconcevable que, pour l'étude de projets importants, les bureaux d'une vingtaine d'entreprises, représentant l'élite de la profession, se livrent systématiquement pendant des semaines aux mêmes calculs, longs et fastidieux, conduits avec des méthodes voisines pour arriver à des résultats tellement proches qu'ils ne font que confirmer la similitude des méthodes de calcul et la parfaite compétence de chacun dans leur utilisation, et ceci, au moment même, où tous constatent et la pénurie de techniciens qualifiés ?

Il y a d'ailleurs lieu de signaler que cette anomalie n'a pas été sans frapper certains Architectes ou certaines administrations qui joignent à leur Cahier des charges des tableaux récapitulatifs de déperditions, avec surfaces de chauffe minima imposées.

Saluons au passage cet effort dans la voie que nous préconisons, tout en soulignant son insuffisance au regard du grave problème des responsabilités, point sur lequel nous reviendrons dans la dernière partie du rapport.

En outre, l'étude préalable unique permettra de pousser systématiquement plus loin l'analyse des installations et d'approfondir en particulier, le fonctionnement des installations en régime intermittent et des surpuissances nécessaires, travail qui pour être bien fait exige une grande minutie et des calculs complémentaires assez longs, si bien que les bureaux d'entreprises hésitent à l'entreprendre quand ils se trouvent en présence des aléas d'un concours ou d'une adjudication.

Mais pour que son travail soit vraiment complet, il faut que le bureau d'études le pousse jusqu'à sa conclusion en fournissant aux entreprises un devis métré détaillé, avec toutes les précisions voulues sur le matériel préconisé et éventuellement sur les difficultés particulières de montage propres au chantier envisagé, le rôle du soumissionnaire se limitant à l'établissement d'un prix (soit sous forme de prix global forfaitaire, soit sous forme de prix détaillé pouvant servir de bordereau).

b) *Une partie pratique concernant l'exécution du chantier.*

L'étude préalable devra aboutir à une parfaite coordination des divers corps d'état et c'est là un de ses buts essentiels, dont dépend, avant toute modification apportée aux techniques d'installation, une amélioration très sensible de la productivité « chantier ».

L'Entrepreneur ayant été choisi, les responsables de l'étude préalable, devront lui fournir :

1° Des plans détaillés et complets de l'installation, avec indication cotée des passages de tuyauteries et de l'emplacement des divers appareils, plans établis en tenant compte des sujétions des autres corps d'état (plomberie et électricité en particulier) et qui, communiqués en temps utile à l'entreprise de gros œuvre, permettront de réserver trous ou trémies, évitant des percements onéreux quand interviendront les Corps d'état techniques;

2° Un planning de la marche du chantier permettant à chaque entreprise d'intervenir au meilleur moment pour que la construction soit achevée dans le plus bref délai. Ce planning de montage devra être complété par un planning de financement et un planning d'approvisionnement, ces deux dernières questions étant d'ailleurs liées. Les modalités du marché, sur le plan des conditions de paiement et des formules de révision de prix, ne devraient d'ailleurs être définies qu'après l'établissement de ces derniers documents.

Enfin une question se pose : celle du contrôle des travaux au cours de l'exécution. Il nous semble que celui-ci pourrait être du ressort des bureaux d'études préalables; par contre, il n'y aurait pas d'inconvénient à ce que la réception proprement dite soit prononcée par un organisme différent.

c) *Comment se partageront les responsabilités ?*

L'adoption systématique de l'étude préalable doit, à notre avis, entraîner une refonte complète de la notion de responsabilité de l'entreprise du bâtiment; dans le cadre visé dans le présent rapport, on peut dire que c'est de l'acceptation de ce dernier point par les auteurs de l'étude préalable, que dépend la possibilité d'application du système à une large échelle.

Actuellement, l'entreprise est responsable non seulement de la qualité de son travail, mais aussi des résultats de l'installation (c'est-à-dire, des calculs et de sa conception technique), qu'il y ait ou non, intervention d'un bureau d'études extérieur.

Il importera que cette responsabilité soit désormais scindée en trois éléments :

a) La responsabilité de conception sanctionnée par l'obtention de certaines garanties de fonctionnement : température, durée de mise en régime, consommation de combustible et de force motrice, etc., cette responsabilité devra être entièrement prise en charge par ceux qui se sont chargés de l'étude préalable.

b) La responsabilité d'installation, c'est-à-dire la conformité de la réalisation avec les plans fournis par le bureau d'études préalable.

c) La responsabilité quant à la qualité des matériaux employés et quant à la mise en œuvre qui devra être conforme aux règles de l'art professionnelles.

La responsabilité de conception devra être prise en charge par l'organisme d'études, les deux autres responsabilités incombant toujours à l'entreprise.

Comme les bureaux d'études, de par leur objet, ne nécessiteront pas l'investissement de capitaux aussi importants que les entreprises, il semble indispensable que leur responsabilité soit couverte par une assurance spéciale dont l'existence devrait être exigée avant leur agrément, car toute erreur du bureau devra avoir sa répercussion financière : surface de chauffe insuffisante par exemple, modifications à apporter à l'installation par suite de vice de conception, omission sur les plans entraînant des percements difficiles ou des remaniements coûteux du réseau des tuyauteries.

Enfin, l'on peut se demander si, dans le cadre que nous nous sommes défini, il ne reste pas une place pour le bureau d'études traditionnel de nos entreprises et si de la sorte ne pourrait être réfuté l'argument de sclérotisme technique si souvent opposé à la conception définie dans le présent rapport ?

Il nous semble que ces bureaux pourront toujours présenter certaines variantes originales et que l'étude même de ces variantes serait d'ailleurs grandement facilitée par le travail préalable du bureau extérieur qui fournira certaines données de base indispensables. Toutefois, nous pensons que si ces variantes préliminaires étaient adoptées en définitive par le Maître de l'œuvre, leur mise au point devrait être prise en charge par les responsables de l'étude préalable, afin que soit pleinement assuré leur rôle coordinateur précédemment souligné. Ainsi pourra s'établir une collaboration confiante et féconde entre les entreprises et les organismes d'études, collaboration qui doit permettre une amélioration sensible de la productivité et même constituer une nouvelle source de progrès techniques, ainsi qu'a pu le constater la mission envoyée aux États-Unis.

Je sais par avance que nombreux seront ceux qui s'élèveront contre de tels principes, en s'écriant : « Nous allons devenir des tâcherons ! »

Mon avis personnel est que, d'une part, il faut savoir si notre but est vraiment l'abaissement du coût de la construction et que, d'autre part, il y aura toujours suffisamment de problèmes intéressants, tels que ceux posés par les installations de laboratoires, d'hôpitaux, etc., pour que les bureaux d'études de nos entreprises puissent jouer leur rôle. Je ne pense pas que nous puissions revendiquer à l'infini de faire des calculs de déperdition. Je ne considère pas ce travail comme extrêmement intéressant à contrôler pour un chef de bureau d'études ou un directeur d'entreprise.

Une des premières conclusions de notre groupe de travail a donc été que l'étude préalable devait être instituée sans tarder sous une forme à déterminer. Nous avons envisagé plusieurs solutions et nous laisserons le soin à l'Union des Chambres Syndicales d'examiner ce premier rapport lorsqu'il sera déposé et de nous demander de pousser l'étude dans un sens ou dans un autre.

Nous avons étudié trois autres problèmes :

**L'organisation des chantiers**, ce problème étant conditionné par la nécessité de savoir qui doit être vraiment responsable de l'exécution des travaux :

Soit l'Architecte qui, actuellement, en général, n'assure pas effectivement leur coordination mais simplement leur contrôle,

Soit l'Entreprise générale. Dans ce cas, c'est la refonte complète de la notion des fonctions de l'entreprise générale, qui doit intervenir, du moins celle de la notion française. C'est un problème sur lequel il faudra revenir.

**La rémunération du travail** : l'ouvrier doit être associé à l'accroissement de la productivité, dont la seule raison d'être est l'abaissement des prix. Pour créer ce climat psychologique, il est absolument nécessaire que l'ouvrier soit intéressé financièrement à l'obtention de ce résultat. Il est assez difficile de trouver une solution simple à ce problème. Nous l'avons vraiment étudié et croyons avoir dégagé une solution qui aboutirait à un principe de salaire proportionnel. Celui-ci permettrait d'associer l'ouvrier à certains résultats de l'entreprise et non pas au métrage de tubes posés par jour, méthode de Taylor, laquelle est abandonnée aux États-Unis depuis un bon moment.

**La formation professionnelle**. Enfin, je n'ai malheureusement pas le temps de m'étendre sur les problèmes posés par la formation professionnelle, qui constitue un élément majeur dans la recherche d'une meilleure productivité.

Je conclus très brièvement mon exposé dont la structure s'est trouvée nécessairement décousue du fait de la complexité du sujet qu'il est difficile de couper de ses développements.

Je voudrais que vous soyez persuadés, comme moi, qu'il est indispensable de faire quelque chose, car ce que je vois tous les jours dans l'intérieur de mon entreprise et sur mes chantiers n'est pas toujours encourageant. Mais il y a une chose qu'il faut dire : c'est que notre profession ne peut faire « cavalier seul ». Malheureusement, elle est considérée comme un élément mineur de la construction, alors qu'aux États-Unis elle représente un élément-clé. Il importe, je crois, de faire comprendre tant aux Architectes qu'aux entreprises générales que nos métiers doivent un peu conditionner la bonne marche de l'exécution des travaux.

J'ai été très frappé en effet de la rapidité avec laquelle s'exécutent les travaux aux États-Unis où nos professionnels passent au premier plan et sont libres de toute entrave.

J'estime donc que nos deux premiers objectifs doivent être :

— L'adoption de l'étude préalable, d'une part ;

— Et d'autre part, la coordination des travaux à l'échelon exécution avec, comme corollaire, la refonte totale de nos méthodes d'exécution alors que sera poursuivie parallèlement l'œuvre déjà entreprise par nos syndicats professionnels pour la formation ouvrière et la promotion ouvrière.



## CONCLUSION DU PRÉSIDENT ET DISCUSSION

Je remercie beaucoup mon jeune ami Bernard TUNZINI de son exposé. Je n'ai pas été surpris par son dynamisme et son ardeur juvénile car il est convaincu de l'opportunité d'appliquer en France les méthodes plus ou moins inspirées de l'Amérique.

Je n'ose pas mettre la conférence de M. TUNZINI en discussion : j'ai l'impression que nous serions encore là demain, d'autant plus qu'il aborde les questions les plus diverses; une des plus délicates est celle de l'organisation des études dans notre profession et c'est aussi une des plus urgentes en ce sens que, si une demi-douzaine, voire une dizaine d'entreprises font la même étude, une seule la réalise, de sorte qu'il y a une perte d'énergie effroyable.

Toutefois, je voudrais lui poser une question un peu malveillante et je lui demande de ne pas la prendre en mal. Des chiffres me reviennent en mémoire : dans l'industrie automobile, organisée en vue de la productivité, 79 % des ouvriers (évidemment, comme toutes les statistiques, c'est plus ou moins faux) font un apprentissage du métier qui dure moins de huit jours; dont 49 % pour lesquels l'apprentissage se réduit à une journée. C'est évidemment assez décevant du point de vue humain. Vous m'avez répondu par avance en disant que lorsqu'on aura supprimé cette main-d'œuvre, cela permettra de faire faire œuvre d'hommes à ceux chargés de concevoir les machines.

Que deviendront alors ces ouvriers ?

M. TUNZINI. — Ils deviendront des éléments de maîtrise parce qu'on peut constater que dans les entreprises d'équipement américaines, il y a beaucoup plus d'éléments de maîtrise, relativement au nombre d'ouvriers, que dans nos entreprises françaises. Il y a donc, à mon avis, un déplacement progressif des valeurs qui s'effectue, dans la société américaine. Évidemment, on aura toujours besoin de manœuvres, mais nous avons vu tout de même que, dans les grandes usines américaines, l'accroissement de la productivité a été résolu par la suppression du manœuvre, mais les Américains se sont aperçus, notamment en matière de chaudronnerie, que les opérations de manutention représentaient 20 ou 30 % du prix de revient et, par des méthodes modernes de manutention, ils sont arrivés, en réduisant la main-d'œuvre de manœuvres, donc d'ouvriers non spécialisés qui ont disparu de l'entreprise, à la remplacer par des gens un peu plus évolués qui entretiennent ou qui conduisent des machines.

LE PRÉSIDENT. — Je crois que vous avez raison et je me range à votre avis. Seulement, je voudrais vous faire remarquer qu'une expérience de cinquante ans, eu égard au fait que l'homme existe depuis 18 millions d'années, me paraît un peu courte et qu'il me semble un peu imprudent d'emboîter le pas à une expérience relativement jeune, intégralement, sans aucune réserve ni arrière-pensée.

M. TUNZINI. — Je crois que cette expérience ne s'étale pas sur cinquante ans, mais sur le cours des siècles. En fait, jusqu'à ce siècle dernier, l'ouvrier ou l'homme, a travaillé environ 4 000 heures par an; on arrive à travailler 2 000 ou 2 500 heures et cela provient du fait, à mon avis, que la classe ayant évolué, les pauvres manœuvres du début ont été remplacés, petit à petit, par des ouvriers spécialisés, munis de moyens modernes.

LE PRÉSIDENT. — Je ne suis évidemment pas hostile au progrès, je souhaite simplement que ces principes américains soient appliqués en France avec comme arrière-plan constant, la pensée dominante du problème humain, c'est-à-dire en se demandant quelles peuvent en être les conséquences proches ou lointaines pour l'homme. Je suis convaincu que l'évolution vers la productivité est inéluctable, mais je souhaite malgré tout que le système soit humanisé dans la mesure du possible et que l'on se demande constamment quelles peuvent en être les répercussions.

M. TUNZINI. — Je considère que leurs méthodes de travail sont plus humaines que les nôtres.

M. HERODY. — On réinvente ce qui existait il y a cinquante ans; il y avait alors une productivité dans tous les métiers, parce que d'une part, c'étaient des gens qualifiés et que, d'autre part, il existait, dans chaque profession, une ambiance qui n'existe plus maintenant. Du fait de l'évolution qui s'est produite à cause des événements et peut-être des guerres, l'individu est devenu un numéro. Avant, il n'était pas un numéro et cela est valable à tous les niveaux.

M. TUNZINI. — Justement, aux États-Unis, l'ouvrier n'est pas un numéro.

M. HERODY. — On revient à ce qui existait avant. La difficulté, c'est de pouvoir introduire cela en France. J'admire vos efforts, je suis de cœur avec vous mais, d'un autre côté, je crois qu'il faut chercher la possibilité d'appliquer ces conceptions sur un plan totalement différent de celui où nous sommes. Il y a toute une transformation d'esprit qui s'est produite partout et qui empêche cette productivité de base qui existait avant. Il y a quarante ans dans le bâtiment, chaque ouvrier avait une productivité, il avait l'amour de son métier, il voulait faire quelque chose de bien et c'était à qui ferait davantage de besogne. Les ouvriers avaient aussi leur intérêt, leur petite maison. Maintenant, c'est fini.

LE PRÉSIDENT. — Je crains que les discussions sur ce sujet dégénèrent et passent du plan technique aux problèmes sociaux puis philosophiques. Aussi, si vous le voulez bien nous en resterons là, remerciant encore M. TUNZINI de son exposé si vivant et de son dévouement aux intérêts de notre profession.

**COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
DE L'INDUSTRIE DU CHAUFFAGE ET DE LA VENTILATION**

**ÉTUDES ET RECHERCHES 1952**

Par MM. R. CADIERGUES et D. THIN.

**AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT**

*Je vais demander maintenant à M. THIN de prendre la parole.*

M. THIN, Ingénieur du Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation, vous est bien connu puisque, l'an passé, il a déjà bien voulu lire une communication étrangère.

Collaborateur de M. CADIERGUES, il participe aux recherches du Co. S. T. I. C. et dernièrement il a écrit un ouvrage très intéressant sur les pompes et accélérateurs. Ce livre paraîtra dans quelques mois. En attendant, M. THIN va exposer l'état des études et recherches du Co. S. T. I. C.

Conformément à la tradition que nous avons adoptée au cours des dernières Journées, notre objet n'est pas de donner ici le résultat de nouvelles recherches, mais d'indiquer les lignes générales de nos publications passées et de donner les compléments que nous avons pu recueillir depuis, ceci de façon à tenir constamment nos publications à l'ordre du jour. Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie de fin d'étude.

**I. — Les échanges par rayonnement [1, 2, 15].**

L'étude des échanges par rayonnement a fait l'objet d'une publication assez complète [15], mais dont il est dès maintenant prévu diverses ramifications, certaines étant déjà publiées [10], mais d'autres étant seulement en cours d'étude. Rappelons que nous avons montré :

1° Qu'en l'absence de protection des émetteurs de chauffage, compte tenu de l'hétérogénéité éventuelle des températures d'air, on peut calculer les puissances [2] par la formule :

$$Q = K' (t_R - t_e)$$

où  $t_R$  est la température résultante intérieure et  $t_e$  la température extérieure. Le coefficient  $K'$  diffère du coefficient  $K$  classique en ce que le coefficient superficiel intérieur est de, par exemple, 8,5 au lieu de  $7 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}}$  pour les parois verticales. Cette règle peut toutefois appeler des corrections pour des locaux dont une très faible ou une très forte partie des parois donnent sur l'extérieur. Une étude en cours donnera prochainement les valeurs recommandées pour ce coefficient superficiel.

2° Qu'une réduction appréciable des déperditions, allant par exemple jusqu'à plus de 20 % dans les locaux industriels, peut être obtenue par des panneaux rayonnants protégés contre le rayonnement vers les parois froides [9, 15].

Nous avons également accordé une attention particulière à l'émissivité des matériaux [1; 11, p. 1173; 15]. Nous avons eu récemment connaissance d'une étude anglaise sur l'émissivité des peintures (X., Reduction of Solar Heating Effects by Means of Paint, *Paint Research Memorandum*, 162, 1944) qui donne :

COULEUR	PIGMENT	ÉMISSIVITÉ à 52° C	POUR MÉMOIRE Coefficient d'absorption du rayonnement solaire
Noir.	Noir de lampe.	0,96	0,97
Rouge.	Oxyde de fer.	0,96	0,74
Verl.	Oxyde de chrome.	0,95	0,73
Jaune.	Litharge.	0,74	0,48
Jaune.	Chrome-plomb.	0,95	0,30
Blanc.	Oxyde de zinc.	0,97	0,18
Blanc.	Blanc de plomb.	0,89	0,12
Acier poli.		0,07	0,45

Ces résultats sont très analogues à ceux que nous avons donnés [1].

Une publication australienne, consacrée à l'émissivité des matériaux et au coefficient d'absorption du rayonnement solaire, est parue il y a quelque temps (T. S. HOLDEN, J. J. GREENLAND, *Coefficients of solar absorptivity and low temperature emissivity of various materials*. Report n° 6, Division of Building Research, Melbourne, 1951). Ce rapport aboutit également à des conclusions analogues aux nôtres.

Nous croyons en tout cas important de signaler que les émissivités que nous avons données [1] ne doivent pas être confondues avec les facteurs d'absorption du rayonnement solaire. Cette question nous a été posée plusieurs fois et il paraît nécessaire d'y insister.

Ce point rejoint des discussions que nous avons eues au Congrès de Chauffage industriel et à la Société française des Électriciens, en particulier pour ce qui concerne la protection des réservoirs à hydrocarbures. On a insisté beaucoup sur l'intérêt de l'aluminium ou des peintures à pigments d'aluminium. Or il est certain qu'une peinture blanche du type normal à pigments non métalliques est nettement plus efficace dans la protection contre le soleil que l'aluminium ou une peinture aluminium. En effet, la température prise par une surface sous le soleil est de la forme  $t + \frac{a}{h}$  où  $t$  est la température extérieure,



$a$  le coefficient d'absorption du rayonnement solaire de flux  $\phi$ ,  $h$  le coefficient superficiel de transmission de chaleur (convection + rayonnement). On améliore la protection en réduisant  $a$  et en augmentant  $h$ , c'est-à-dire en réduisant l'émissivité dans le spectre visible et proche infrarouge (rayonnement solaire) et en augmentant l'émissivité dans le lointain infrarouge. C'est-à-dire que le meilleur matériau serait celui dont la courbe d'émissivité spectrale se rapprocherait le plus de celle donnée à la figure 1 en traits pleins. Sur la même figure, nous avons représenté les courbes correspondant à l'aluminium et à la peinture blanche : il est bien évident que c'est la peinture blanche qui donne les meilleurs résultats et il n'était pas nécessaire de faire des expériences comme cela a été fait aux États-Unis et en Angleterre pendant la guerre... pour s'en rendre compte. Le rôle protecteur attribué à tort à l'aluminium semble d'ailleurs devenir en France une erreur classique, les avions d'Air-France étant en aluminium à leur partie supérieure, alors que les avions de la Pan American Airways sont peints en blanc.

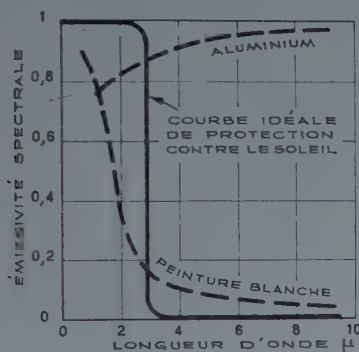


FIG. 1. — Émissivité spectrale de diverses peintures. Application à la protection contre le soleil.

Nos résultats sur les échanges par rayonnement ont également été appliqués aux réductions d'émission des radiateurs quand ils sont revêtus de peinture aluminium. On peut dire, en appliquant nos procédés de calcul, que la peinture aluminium courante réduit l'émission :

Des tubes de 25 à 30 %	} environ.
Des radiateurs en fonte à colonnes de 8 %	
Des radiateurs en fonte Hôpital de 10 %	

Les échanges thermiques internes ont été précisés dans notre étude sur la Physique et Géométrie des Echanges par Rayonnement [15] et il est intéressant de la comparer avec les résultats obtenus récemment aux États-Unis par l'A. S. H. V. E. au cours d'études expérimentales (L. F. SCHRUTUM, G. V. PARMELEE, C. M. HUMPHREYS, *Heat Exchanges in a ceiling panel heated room, Heating, Piping and Air Conditioning*, décembre 1952). Nous pensons publier prochainement cette comparaison entre les résultats calculés et les résultats expérimentaux ; sa reproduction dans la présente étude dépasse le cadre de notre exposé. On peut dire, en tout cas, que l'accord entre notre théorie et les résultats expérimentaux est surprenant.

Pour ce qui concerne l'application de la notion de température résultante aux échanges par rayonnement et de l'assimilation du corps humain à une sphère ou à

un cylindre, nous pensons également revenir sur le sujet. Un point toutefois paraît important et il semble avoir été bien mis en évidence par des études danoises récentes (M. NIELSEN, L. PEDERSEN, *Menneskets Warmeafgivelse ved konvektion og stråling, Varme*, nos 1 et 2, 1953), c'est que la formule d'après laquelle la température résultante est égale à la moyenne entre la température radiante moyenne et la température d'air est une simplification ; en fait la relation entre la température résultante, la température d'air et la température radiante moyenne est un peu plus compliquée, ainsi que le montre la figure 2. Nous examinerons ultérieurement l'importance de ce phénomène.

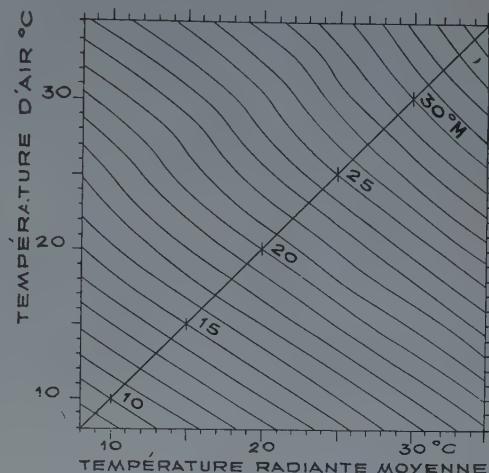


FIG. 2. — Résultats danois sur le calcul de la température résultante en fonction de la température d'air et de la température des parois en air calme (d'après NIELSEN et PEDERSEN).

## II. — La mesure des taux de renouvellement d'air [3].

Aucune technique nouvelle n'est à signaler.

## III. — La protection contre le gel et le déneigement thermique [4].

Nous avons examiné récemment un antigel utilisé en aéronautique : l'aérodol (Établissements Kühlmann) qui paraît être au moins aussi intéressant que l'éthylène glycol. Il s'agit d'ailleurs d'un mélange de glycols. Nous pensons obtenir plus de renseignements numériques sur la densité et la viscosité de ce produit aux diverses concentrations, de façon à permettre son utilisation dans les installations de chauffage à eau chaude et dans les installations de déneigement thermique. On trouvera, figure 3, le point de congélation des solutions dans l'eau de ce produit ; le point d'ébullition de ces solutions croît avec la concentration jusqu'à 110° environ pour 50 % d'aérodol.

Pour ce qui concerne le déneigement thermique, il est probable qu'un nouvel exposé sur cette question aura lieu au cours de 1954. Pour compléter éventuellement la documentation que nous avons fournie, on pourra recourir à trois articles de *Heating and Ventilating* :

— W. P. CHAPMAN, Design of snow melting systems (avril 1952);

— J. L. Mc KINLEY, Snow Melting system practice and design (août 1952);

— W. P. CHAPMAN, Design conditions for snow melting (novembre 1952).

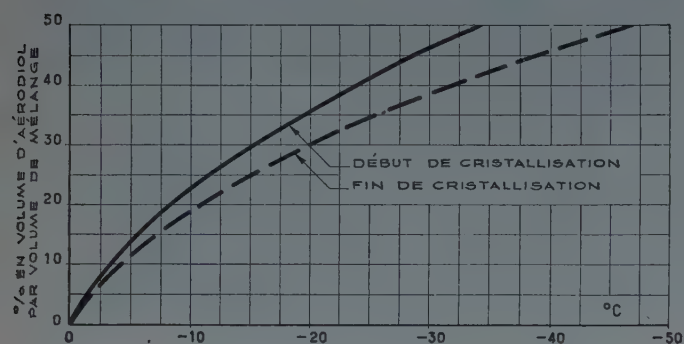


FIG. 3. — Diagramme de congélation des solutions d'Aérodol.

#### IV. — Le calcul des surpuissances [5].

La méthode que nous avons publiée en 1952 fait l'objet de beaucoup d'intérêt depuis cette époque et il est certain que diverses entreprises l'ont utilisée. Signalons que, dans le tableau (provisoire) du retard dû aux générateurs [5, p. 360, tableau H], il s'agit d'heures et de dixièmes d'heure (exemple : brûleur à charbon 1/10 d'heure). Nous nous proposons de revenir ultérieurement sur cette question d'inertie due aux générateurs et aux systèmes de chauffage, questions particulièrement importantes en régulation automatique.

Signalons que la méthode de Krischer, d'étude des régimes variables, a fait récemment l'objet d'un exposé simplifié; il n'y est toutefois pas question de vérifications expérimentales (G. HOFBAUER, Die Erwärmung und Auskühlung von Wänden, *Allgemeine Wärmetechnik*, n° 11-12, 1952).

#### V. — La conductibilité thermique des matériaux de construction et d'isolation [6].

Nous avons donné, il y a plus d'un an, un document de recommandations pour les conductibilités à utiliser dans les calculs de

transmission de chaleur dans les bâtiments et en isolation <sup>(1)</sup>. Bien entendu, les études se sont poursuivies au cours de cette année, la conductibilité étant le sujet favori de bien des chercheurs. L'exposé des *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* rendra compte, plus loin, des efforts faits pour standardiser et ultérieurement normaliser les méthodes de mesure; nous ne noterons ici que quelques recherches d'application numérique ou pratique directe.

Les premières concernent l'influence de la pression et de la nature du gaz des cellules sur la conductibilité thermique des isolants. Les études dont nous voulons parler sont celles de G. KLING (*Der Einfluss des Gasdrucks auf das Wärmeleitvermögen von Isolierstoffen*, *Allgemeine Wärmetechnik*, n° 8-9, 1952), qui intéresse particulièrement les réfractaires, et de E. A. ALLCUT (*An analysis of heat transfer through thermal insulating materials*, University of Toronto, Faculty of Applied Science, Bul. n° 1951, HRF 52-304).

Une étude danoise importante a été consacrée à l'étude de l'influence de l'humidité sur la conductibilité ther-

<sup>(1)</sup> Dans ce document, page 473, fin de la première colonne, remplacer 1 BTU/in/h/° F... par 1 BTU/ft/h/° F = 1,49 kcal/m/h/° C.

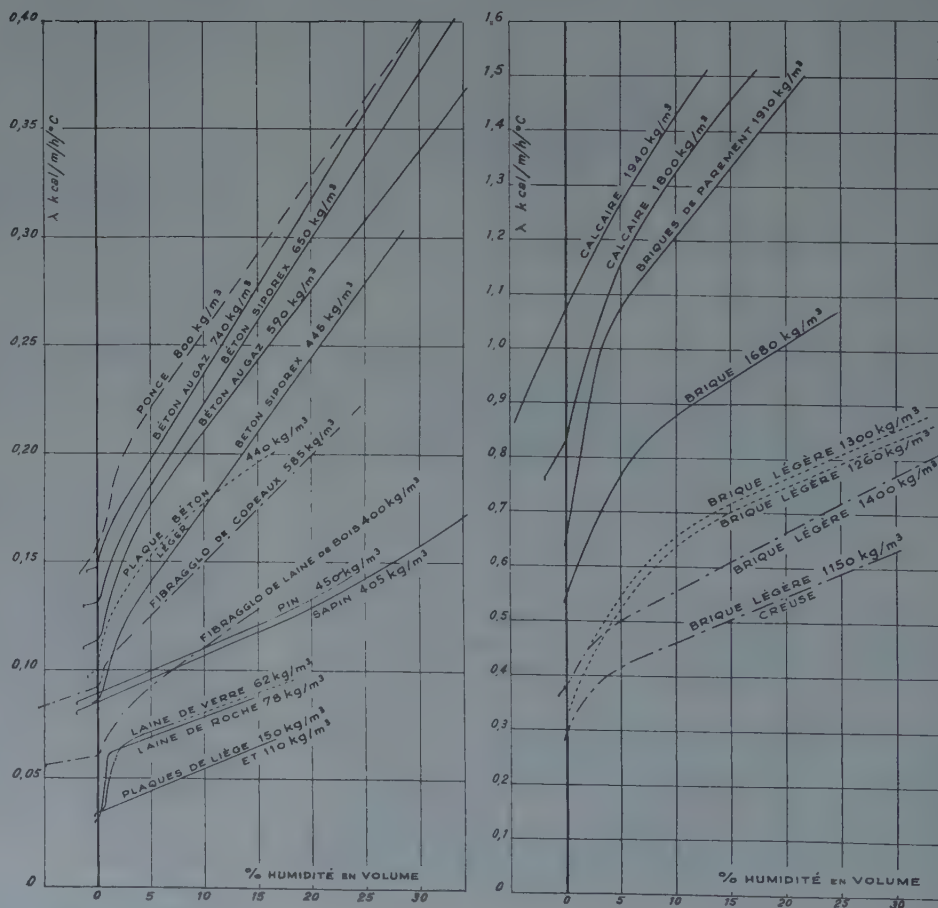


FIG. 4. — Influence de l'humidité sur la conductibilité thermique de différents matériaux (d'après JESPERSEN).



mique (H. B. JESPERSEN, Fugtige materialers varmeledningstal, *Varme*, n° 3, 1952). On se reportera à l'article original pour les détails expérimentaux. L'essentiel des résultats est donné par la figure 4.

Nous voudrions également donner quelques renseignements complémentaires sur la conductibilité thermique des sols, ceci surtout d'après trois études :

— A. GEMANT, Thermal soil conductivities, *Heating, Piping and Air Conditioning*, janvier 1952;

— M. V. GRIFFITH, E. E. HUTCHINGS, Some practical applications of heat transfer between buried objects and the soil, Communication à la discussion générale sur la Transmission de Chaleur tenue à l'Institution of Mechanical Engineers de Londres du 12 septembre 1951 (*Industrial Heating Engineer*, janvier 1952);

— D. A. DE VRIES, Het warmtegeleidings vermogen van groud in afhankelijkheid van het vochtgehalte (*Verwarming en Vent.*, 1952, n° 11, HRF 53-82).

De la deuxième de ces études, nous extrayons un tableau qui montre avec netteté l'influence du gel sur les propriétés thermiques des sols :

HUMIDITÉ	TEMPÉ- RATURE	DENSITÉ	CHALEUR spéci- fique	CONDU- CIBILITÉ	DIFFU- SIVITÉ
% poids	° C	kg m <sup>3</sup>	kcal kg/° C	kcal m/h/° C	m <sup>2</sup> h
Poids à sec					
Sec (gelé) ..	— 18 à — 35		0,19		
Sec .....	15	2 800	0,23		
31 (gelé) ..	— 18 à — 35	1 900	0,45	1,3	0,0016
31. ....	15	2 000	0,42	0,9	0,0011
44. ....	15				0,0009

Dans la première des études précédentes, on donne une remarquable méthode donnant la conductibilité  $\lambda$  d'un sol, avec une précision de l'ordre de 20 %, connaissant :

- Le rapport  $P = \frac{\text{argile}}{\text{argile} + \text{sable}}$  du sol;
- La densité  $d = \text{à sec (T/m}^3\text{)}$ ;
- La teneur en humidité  $h$  (rapportée au poids à sec).

Le calcul s'opère de la façon suivante (calcul progressif dans l'ordre des équations),  $l_0$  et  $f$  étant donnés par la figure 5.

$$(1) \quad a^2 = 0,365 d$$

$$(2) \quad l = \frac{dh}{100} - l_0$$

$$(3) \quad z = \sqrt{\frac{l(1-a)^2}{2a^2}}$$

$$(4) \quad c = \sqrt{\frac{l}{2a(l-a)^2}} \quad \text{d'où } f \text{ (fig. 5)}$$

$$(5) \quad k = 40,5 - 0,23 p$$

$$(6) \quad \frac{l}{\lambda} = \sqrt{\frac{l^3(l-a)^4}{a^4}} \arctg \sqrt{\frac{k-4}{4}} + \frac{ak}{f(l-z)}$$

Il est peut-être plus commode de donner le résultat en abaque en fonction de  $d$ ,  $p$ ,  $h$ ,  $l$ , mais ceci dépasse le cadre du présent exposé limité aux données fondamentales.

La troisième de ces études montre la variation de la conductibilité et de la température à des profondeurs de 4 à 32 cm pendant deux mois.

Avant de terminer, nous voudrions montrer que des résultats récents ont confirmé que les précautions que nous recommandons ne sont pas théoriques. Une étude néozélandaise (L. BASTINGS, R. F. BENSEMAN, Transmission of heat through walls, ceilings and floors, *N. Z. J. Sci. Tech.*, 1950, n° 4, p. 21, HRF 52-314) a montré expérimentalement que les coefficients classiques de conductibilité des briques ne s'appliquaient pas directement à ce pays — et ce, vraisemblablement parce que les briques

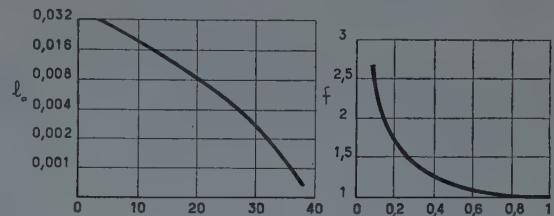


FIG. 5. — Diagrammes pour le calcul de la conductibilité des sols.

ysont plus lourdes qu'en Europe; nous avons également noté que l'isolation des vides d'air était fortement réduite par leur ventilation — ce qui est incontestable, mais ce à quoi bien des techniciens ne font pas suffisamment attention.

## VI. — Le chauffage par rayonnement.

Les publications signalées dans la première partie du présent exposé concernant en partie le chauffage par rayonnement, nous ne signalerons ici que les publications de caractère proprement technique, à l'exclusion des problèmes d'échanges par rayonnement. Il faut à notre avis très nettement distinguer les problèmes qui se posent pour les panneaux enrobés [8], de ceux qui se posent pour les panneaux suspendus [9]. On ne peut pas signaler tout ce qui a été publié dans ce domaine et il faut bien se limiter au plus important.

Des articles généraux consacrés au développement du chauffage par rayonnement et aux caractéristiques techniques des différents systèmes ont eu beaucoup de succès en Allemagne (A. KOLLMAR, *Neuzeitliche Entwicklungen und Gedankengänge der Strahlungsheizung*, *Gesundheits Ing.*, n° 7/8, 1952; W. SENNAUSER, *Entwicklung der Strahlungsheizung*, *Allgemeine Wärmetechnik*, n° 7, 1952; A. KOLLMAR, *Bautechnische Gestaltungen von Fussböden — und Deckenheizungen*, *Gesundheits-Ingenieur*, n° 7/8, 1953). Nous renvoyons à ces publications qui tiennent compte des développements internationaux, sans préciser toutefois que certains systèmes de forme ingénieuse ne sont pas économiques et disparaîtront sans doute peu à peu du marché pour ne garder qu'un intérêt historique.

Une publication intéressante sur les précautions à prendre avec les parquets en bois sur sols chauffants est due au Forest Products Laboratory des États-Unis (J. S. MATHEWSON, *Radiant heated hardwood floors*, *Heating et Ventilating*, n° 1, 1952). Nous ne pouvons que reproduire ici les recommandations essentielles : contrôler l'équilibre hygrométrique du bois lors de son stockage, ne placer le parquet qu'une fois le béton et les enduits terminés, utiliser un bois stabilisé à une teneur en eau compatible avec le climat : de 6 % à 8-9 %, ne

pas utiliser de lames gauchies, assurer un drainage convenable des fondations, éviter les infiltrations de pluie, si le plancher est sur vide sanitaire protéger contre l'absorption d'eau.

Il faut signaler enfin les essais effectués au National Bureau des Standards américain sur les panneaux électriques en verre; les premiers résultats d'essais (émission, déperditions du local d'essai, gradients de température, régulation, chocs thermiques) sont décrits dans un article récent (P. R. ACHENBACH, Radiant glass heating panel, *Heating and Ventilating*, n° 1, 1953) auquel nous renvoyons le lecteur.

## VII. — Acoustique.

Une des difficultés acoustiques sur laquelle nous n'avions pas pu insister dans notre étude de 1952 [7] est celle des coups de bélier. Cette question est au fond assez mal connue, et les dispositifs antibélier que l'on a proposés parfois ne sont pas toujours très efficaces. Et cependant ce phénomène peut atteindre dans certains cas, le niveau dangereux et favoriser des ruptures ou les provoquer. Un condensé remarquable sur cette question, illustré malheureusement seulement, par des appareils américains, a été publié récemment (T. W. REYNOLDS, Water hammer in pipe lines, *Heating and Ventilating*, n° 7, 1952). L'ensemble de l'étude est à voir et ne peut être résumé ici.

Une autre difficulté, qui n'est pas fréquente, mais qui est possible, réside dans la transmission des bruits par les canalisations, en particulier à partir des pompes. Nous allons donner ci-dessous quelques indications, en utilisant surtout les résultats obtenus dans une recherche du Ministère de la Marine américain (M. HIRSCHORN, Eliminating noise transmission in liquid pipe lines, *Heating Piping and Air Conditioning*, n° 3, 1952). Le premier point concerne la réduction de transmission acoustique par le tube (qui est en général l'essentiel); sur ce point on peut obtenir des renseignements par des formules théoriques, mais elles sont basées sur trop d'hypothèses simplificatrices. En fait, on peut dire que l'atténuation peut être obtenue en général avec une longueur suffisante de tube en caoutchouc dont le diamètre n'importe pas, mais dont la longueur doit être de l'ordre du mètre au moins pour atténuer les hautes fréquences (pompes rapides), alors qu'une relativement faible longueur peut suffire pour des fréquences faibles; par ailleurs le caoutchouc pur est plus efficace que le caoutchouc armé. Le second point concerne les effets acoustiques dus à la transmission du son par le liquide; ces effets peuvent être atténués par un raccord « dilatable », par exemple en caoutchouc (qui est nettement plus efficace qu'un tube mince).

Un autre problème lié à l'acoustique est celui de la vitesse limite des liquides dans les tuyauteries et particulièrement de l'eau dans le chauffage à eau chaude pulsée. Nous avons étudié cette question et [17, discussion] envisagé un programme expérimental sur ce sujet; nous l'avons abandonné, parce que ce sujet vient d'être étudié par l'American Society of Heating and Ventilating Engineers et qu'il fera l'objet d'une publication prochaine. Nous en signalons dès maintenant l'importance.

Au cours de notre exposé nous n'avions pas pu tenir compte d'une étude, cependant importante, faite récemment en Suède (O. BRANDT, *Byggmästaren*, n° 26, 1952) sur l'isolation acoustique des ouvertures de ventilation. On sait en effet que le technicien de chauffage ou de ventilation exige souvent de l'architecte qu'il soit réalisé des bouches de communication dans les portes par exemple et ceci peut être extrêmement nuisible à l'acoustique.

L'étude ci-dessus permet de répondre aux questions qui se posent alors et les techniciens de la ventilation pourront toujours y renvoyer l'architecte ou l'acousticien en cas de besoin.

Signalons enfin que, sensiblement en même temps que notre conférence, une conférence analogue était tenue à l'Institution anglaise des Ingénieurs de Chauffage et Ventilation (H. J. PURKIS, Noise in ventilating systems, *J. Inst. Heat. Vent. Engrs*, octobre 1952).

## VIII. — Dispositifs de sûreté hydrauliques [12].

Rien de réellement neuf sur cette question, mais on étudie actuellement en Allemagne une révision de la réglementation et des normes; on pense porter la limite légale de la basse pression à 1 ou 1,5 atmosphère et le professeur RAISS (Lehrstuhl und Institut für Heizung und Lüftung de l'Université technique de Berlin) a actuellement engagé une recherche sur ce sujet, en particulier sur les dispositifs à branches multiples, dont les résultats seront certainement extrêmement intéressants.

## IX. — Pompes.

Nous ne signalerons rien de nouveau sur cette question qui a fait l'objet de publications récentes [16, 17].

## X. — Gaines de ventilation.

Ce sujet, qui a fait l'objet d'un rapport de notre Comité pour la France, puis d'un rapport international [13], sera repris prochainement dans un de nos Bulletins.

## XI. — Détartrage et traitement des eaux en chauffage et plomberie.

Le problème de la protection contre le tartre des générateurs de vapeur haute pression a fait l'objet de nombreuses études et les différentes techniques de protection sont en général familières aux techniciens chargés de la conduite et de l'entretien de ces appareils; par contre, l'examen de projets récents nous a montré que les procédés modernes de traitement des eaux, plus spécialement destinés aux installations basse pression ou aux services d'eau chaude, n'étaient pas toujours bien connus.

Le problème du tartre ne doit pas pour autant être négligé dans ces installations; il fait d'ailleurs l'objet du souci des techniciens de la plomberie depuis plusieurs décades; par ailleurs, les progrès de la métallurgie ayant considérablement augmenté la durée de vie moyenne des installations, l'entartrage arrive à atteindre pour certaines d'entre elles une importance inadmissible.

Nous ne ferons ici qu'un examen général de ces questions, une étude plus complète étant en cours de publication dans le Bulletin intérieur de notre Comité, auquel nous renvoyons pour plus de détails.

### 1° Propriétés générales des eaux.

Nous voudrions simplement insister sur le fait que les eaux naturelles, dont nous nous servons pour alimenter nos installations, ne sont jamais pures; elles contiennent toujours, dans des proportions variables : des sels dont les plus fréquemment rencontrés et les plus nuisibles



sont : des carbonates de calcium et de magnésium, du sulfate de chaux, des nitrates, des silicates et des gaz dissous : oxygène et gaz carbonique. La figure 6 donne la répartition des terrains acides et basiques dans les différentes régions de France. Ces diverses impuretés ont trois conséquences néfastes : l'incrustation, la corrosion et le primage.

L'incrustation a deux causes ; la première cause est l'évaporation des eaux dans les chaudières, qui provoque la concentration des sels dissous : ces derniers se déposent sur les tôles ou la fonte et forment un tartre dur et adhérent dont l'épaisseur croît avec le temps.

L'autre cause est la variation du coefficient de solubilité des sels en fonction de la température. Il y a lieu

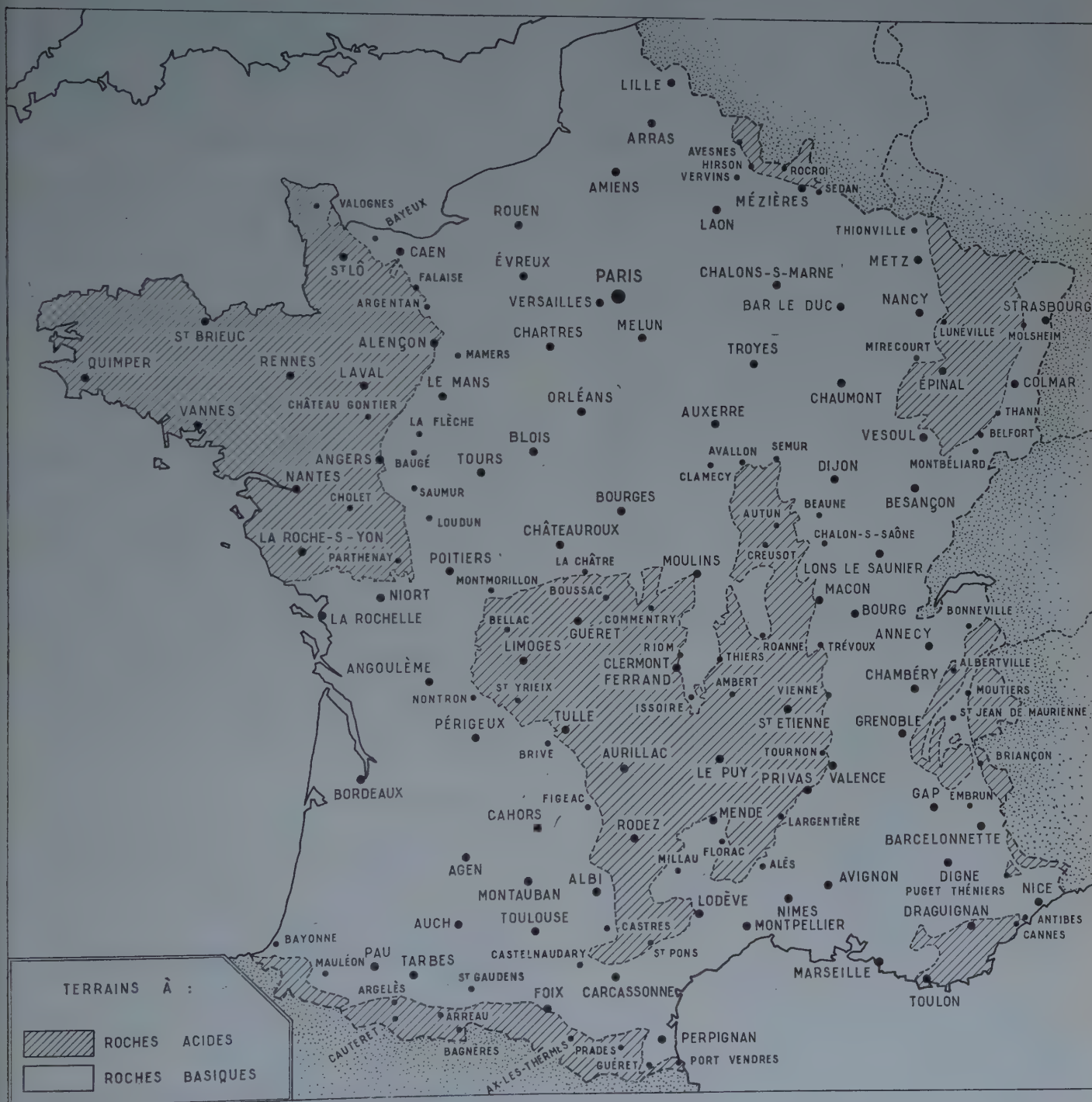


FIG. 6. — Carte donnant la répartition des roches acides et basiques en France.

de distinguer à ce sujet les sels à coefficient de solubilité positif et les sels à coefficient de solubilité négatif.

La solubilité des premiers décroît en fonction de la température : ils se déposent donc aux endroits les moins chauds de la chaudière et dans les tuyauteries sous forme d'un précipité boueux qui, à la longue, s'agglomère pour donner lieu à un tartre spongieux très calorifuge.

La solubilité des sels à coefficient négatif décroît au contraire en fonction de la température ; ils se déposent par conséquent aux endroits les plus chauds sous forme d'un tartre très homogène et très dur.

Une très faible incrustation n'est pas immédiatement nuisible et peut même avoir des qualités protectrices contre l'oxydation, mais l'épaisseur des dépôts augmente rapidement et présente des inconvénients très graves.

Alors que le coefficient de conductibilité thermique de la fonte se situe, pour une chaudière basse pression, aux environs de  $45 \frac{\text{kcal}}{\text{mh}^\circ\text{C}}$ , le même coefficient pour le tartre est très rarement supérieur à  $2 \frac{\text{kcal}}{\text{mh}^\circ\text{C}}$ .

La première conséquence de cette mauvaise conductibilité est l'élévation de la température des fumées avec, comme corollaire, une augmentation de la dépense de combustible. Selon certains auteurs, une épaisseur de tartre de 1 mm sur toute la surface d'une chaudière augmenterait de 8 % sa consommation en combustible.

Les effets du tartre ne sont pas limités à la chaudière, mais s'étendent à toute l'installation. Les sections des canalisations d'eau chaude ou de vapeur sont réduites : il en résulte un accroissement des pertes de charge et une diminution du débit. Pour tenir compte de ces phénomènes, certains auteurs recommandent, pour les services d'eau chaude non équipés de dispositifs antitartre, la majoration de 20 à 25 % des pertes de charge calculées. Enfin, les radiateurs, qui n'échappent pas à l'entartrage, ont leur coefficient de transmission diminué.

Cet ensemble d'inconvénients a pour effet de réduire dans des proportions considérables le rendement d'une installation qui, par temps froid, ne permet plus d'obtenir la température désirée.

Une autre conséquence de la mauvaise conductibilité des parois entartrées, c'est la surchauffe de ces parois sous l'action de la chaleur du foyer. Il en résulte des dilatations déformantes qui peuvent fissurer la fonte ou fendre la tôle, desserrer les tubes, faire sauter les rivets et écrouir le métal. La température d'une tôle de 5 mm peut atteindre, dans certains cas, 1 000° C pour une épaisseur de tartre de 5 mm.

Les incrustations peuvent occasionner des phénomènes de *corrosion locale* dans les chaudières en acier. Ces incidents ont lieu quand l'eau d'alimentation contient du chlorure de magnésium. Sous l'action de la chaleur, le chlorure se dissocie pour donner lieu à la formation d'acide chlorhydrique. La température de dissociation n'est jamais atteinte dans la masse du liquide, mais en cas d'entartrage, la surchauffe locale permet la formation de l'acide qui s'insinue entre le tartre et le métal pour donner lieu à des corrosions en forme de pustules.

Les sels dissous dans l'eau d'alimentation peuvent se comporter comme de véritables électrolytes, quand l'installation comporte des métaux de nature différente. Cette attaque électrolytique n'est pas localisée dans la chaudière et peut avoir lieu en un point quelconque de l'installation. Les sels alcalins donnent lieu au phénomène de la *fragilité caustique* : affaiblissement du métal qui peut donner lieu à des fissures intercrystallines. Ce phé-

nomène ne se rencontre guère en eau chaude ou en vapeur basse pression, mais est malheureusement fréquent en eau surchauffée.

Les gaz dissous ont également une action corrosive, qui n'est pratiquement nuisible qu'en vapeur haute pression ou en eau surchauffée.

Une dernière conséquence de l'emploi d'eaux d'alimentation impures est le phénomène connu sous le nom de *primage*. L'enrichissement progressif de l'eau d'une chaudière en particules colloïdales, minérales ou organiques, contribue à la formation de mousses sur la surface de vaporisation. L'ébullition devient tumultueuse et la vapeur se charge de vésicules liquides contenant des sels dissous. Il est difficile de procéder à une évaluation quantitative du primage, car ce phénomène dépend de nombreux facteurs tels que :

- Les propriétés chimiques de l'eau, particulièrement sa concentration en sels de sodium ;
- Le type de la chaudière utilisée ;
- La disposition du collecteur de vapeur ;
- La conduite de la chaudière.

Les principales conséquences du primage sont la corrosion des tuyauteries et des vannes, ainsi qu'un abaissement du rendement thermique de l'installation.

## 2° Traitement des eaux.

Ces divers inconvénients des eaux naturelles nécessitent, dans beaucoup de cas, leur traitement préalable.

Nous ne parlerons pas des prétraitements, procédés qui ont pour but d'éliminer les particules en suspension par des moyens purement physiques. Ces procédés sont réalisés au départ des distributions d'eau urbaines et n'intéressent pas directement l'installation.

Les différents modes de traitement proprement dit peuvent être classés dans l'une des catégories suivantes : procédés physiques, procédés chimiques, procédés colloïdaux, procédés électriques. Nous n'entreprendrons pas l'étude théorique de ces différents procédés, qui est faite dans le Cahier technique 5.3 de notre Bulletin intérieur ; nous nous contenterons seulement, après en avoir sommairement exposé le principe, d'indiquer les types d'installations pour lesquels ils sont le plus particulièrement recommandés.

### Traitements physiques.

Les traitements physiques ne font intervenir aucun réactif, ni appareil électrique. Il y a lieu de distinguer l'épuration à chaud, qui provoque la décomposition des bicarbonates alcalins et alcalino-terreux vers 90° et la distillation qui a lieu dans un évaporateur spécial. Théoriquement, ce procédé est très séduisant, mais dans la pratique, il présente des inconvénients sérieux : la nécessité de détartrer fréquemment le faisceau évaporateur et l'entraînement par la vapeur de vésicules de lessives concentrées, ce qui rend l'épuration imparfaite.

Nous pouvons rattacher aux traitements physiques le dégazage qui peut se réaliser, soit par pulvérisation d'eau chaude sous vide, soit sous pression en entraînant les gaz par de la vapeur surchauffée.

Le dégazage est rarement nécessaire dans les installations basse pression, mais par contre est presque toujours indispensable en haute pression ou en eau surchauffée.



### **Procédés chimiques.**

Parmi les procédés chimiques, il existe un grand nombre de modes de traitement utilisant, soit séparément, soit simultanément, la chaux, la soude et le carbonate de soude. Le principe de tous ces procédés est le même et consiste à transformer par voie chimique les sels de la dureté en sels insolubles éliminables par décantation et filtration. L'ensemble de ces procédés est souvent désigné sous le vocable de procédés chaux-soude. Leur mise en œuvre nécessite un appareillage assez compliqué se composant :

- D'un saturateur à chaux;
- D'un doseur de carbonate de sodium;
- D'un bac à réaction et à décantation;
- D'un filtre.

C'est la raison qui fait rejeter l'emploi de ces procédés dans les petites et moyennes installations; par contre, en raison du prix très bas des réactifs, ces traitements deviennent économiques pour des installations de très grande puissance, où il est possible de disposer d'une place suffisante pour installer les appareils d'épuration.

Les procédés chaux-soude ne permettent pas de réaliser une épuration complète; il est d'usage de les combiner avec les procédés aux phosphates qui peuvent assurer l'obtention d'une eau très pure, mais présentent par contre l'inconvénient d'être coûteux.

Une dernière catégorie de procédés chimiques est cataloguée sous le vocable d'échangeurs d'ions. Il existe différents sortes d'échangeurs d'ions; il y a lieu de distinguer :

— D'une part des échangeurs minéraux ou zéolites, qui éliminent les sels de calcium ou de magnésium en les remplaçant par des sels de sodium solubles. Le lit de zéolite est régénéré temporairement par une solution concentrée de chlorure de sodium.

— D'autre part des corps organiques : les uns connus surtout sous la dénomination commerciale de permutites H agissent comme échangeurs de cations en transformant les sels de la dureté en acides; les autres (allations) agissent comme échangeurs d'anions et fixent les acides formés par le traitement aux permutites, permettant ainsi l'obtention d'une eau neutre.

Les permutites sont régénérées, soit par le chlorure de sodium, soit par voie acide, soit simultanément par les deux procédés en faisant fonctionner deux appareils en parallèle.

Les échangeurs d'ions présentent un gros avantage sur la plupart des autres procédés, c'est l'absence de boues en suspension dans l'eau traitée. Utilisés judicieusement, ils permettent l'obtention d'une eau capable de remplacer avantageusement l'eau distillée du commerce. C'est la raison pour laquelle les procédés d'échange sont extrêmement avantageux en plomberie, où ils permettent la distribution d'une eau très propre.

La pénurie de produits chimiques, en Allemagne, pendant la dernière guerre, a conduit les Allemands à utiliser des colloïdes pour la protection contre le tartre des installations à vapeur basse pression. L'appellation de colloïdes désigne des corps en suspension dans l'eau qui, au lieu de cristalliser à l'évaporation, donnent naissance à un dépôt vitreux.

Les colloïdes ont une action électrostatique sur les sels de la dureté et leur enlèvent à la fois la possibilité de s'attacher aux parois métalliques et de s'agglomérer entre eux.

Les procédés colloïdaux donnent d'excellents résultats en vapeur basse pression, à condition d'éliminer les boues produites par des purges suffisamment fréquentes.

### **Procédés électriques.**

Il existe enfin toute une gamme de procédés faisant intervenir plus ou moins des phénomènes électriques. Ces procédés sont extrêmement intéressants dans les petites installations, en raison de leur prix peu élevé et de leur facilité de mise en œuvre (certains d'entre eux peuvent être utilisés pour prévenir de l'entartrage les radiateurs d'automobiles). En raison de la diversité du principe de ces procédés, il est nécessaire d'étudier individuellement chacun d'eux.

Il y a quelques années apparaissaient sur le marché de curieuses petites boules de verre dénommées par les constructeurs « bouées électroniques antitartre ». Ces bouées sont constituées par des ballons de verre scellés contenant du mercure ou des gaz rares sous vide. L'agitation de ces bouées dans une eau dure produit des décharges électriques qui modifient la structure cristalline des sels en solution dans l'eau et les transforment en dépôts tendres et pulvérulents.

Nous n'exposerons pas les différentes théories qui ont été faites pour expliquer ces phénomènes; nous nous contenterons d'indiquer le processus de fonctionnement de ces appareils. Les bouées sont fixées en nombre convenable sur un arbre pouvant tourner à l'intérieur d'un récipient parcouru par l'eau à traiter. La rotation est assurée par une roue turbine fixée sur l'arbre et alimentée par une tuyère montée en parallèle sur l'alimentation d'eau brute. Ce procédé est très efficace à condition que le mouvement soit constant; il y a donc lieu de vérifier temporairement l'état de l'arbre et de la tuyère dont la corrosion ou l'entartrage pourraient occasionner l'arrêt du dispositif.

Un autre procédé consiste à faire passer l'eau à traiter dans un réservoir cylindrique dans la partie axiale duquel existe une chambre contenant des piles. Ces piles exercent une action électrostatique sur les sels de la dureté qu'elles précipitent sous forme de dépôt pulvérulent.

Enfin, bien que l'électricité n'intervienne que pour le fonctionnement du générateur, nous rattacherons aux procédés électriques le procédé aux ultrasons. Il est maintenant prouvé que les ultrasons produisent, malgré les très faibles énergies mises en jeu, des vibrations de pression considérables, susceptibles de se propager à grande distance en milieu liquide. Des expériences récentes ont démontré que ces vibrations empêchent la formation des dépôts calcaires en les maintenant à l'état de boues facilement éliminables par purges.

L'inconvénient de tous les procédés électriques est de nécessiter des purges fréquentes pour l'élimination des boues, ce qui empêche leur utilisation en plomberie sans filtration, dès que la dureté de l'eau à traiter devient importante.

### **3° Détartrage des installations.**

Les différents procédés que nous venons de passer en revue permettent d'éviter l'entartrage. Malheureusement, de nombreuses installations sont actuellement entartrées à un degré tel que leur exploitation n'est plus rentable; il y a lieu d'étudier les moyens dont il est possible de disposer pour remédier à cet état.

### Procédés mécaniques.

Le détartrage par voie mécanique est le procédé le plus ancien. Autrefois il était même le seul employé. Inemployable pour les chaudières en fonte ou les petites tuyauteries, ce procédé tend de plus en plus à être remplacé par des procédés plus modernes.

### Procédés chimiques.

Parmi ceux-ci, les procédés chimiques sont les plus employés. Il existe un très grand nombre de produits détartrants; il est toutefois possible de les diviser en deux grandes classes : les procédés acides et les procédés alcalins.

De nombreux acides peuvent être utilisés pour le détartrage. Parmi les plus courants, citons : l'acide chlorhydrique, l'acide azotique, l'acide chromique et certains acides organiques. L'acide sulfurique est sans action sur le tartre, mais par contre peut être utilisé pour éliminer la rouille.

Tous ces acides — à l'exception de l'acide chromique — ont une action corrosive importante sur les métaux; aussi y a-t-il lieu de ne pas les employer seuls et d'y ajouter certains corps remplissant l'office d'inhibiteurs. Ces derniers sont extrêmement nombreux et très divers. Citons, à titre d'exemple : l'iodure de potassium, les oxydes d'arsenic ou d'antimoine, certains alcaloïdes, l'aldéhyde formique et ses polymères, certaines substances aromatiques, certains colloïdes.

L'acide chromique à l'état pur n'a pas d'action corrosive, mais l'acide du commerce contient jusqu'à 30 % d'acide sulfurique et bien entendu ne présente aucune garantie.

Dans ces conditions, à moins d'être un chimiste éminent, il est dangereux de préparer soi-même les détartrants à base d'acide; il est bien préférable d'employer les produits vendus dans le commerce dosés judicieusement et de se conformer aux indications du fabricant.

En général, le processus de mise en œuvre est toujours le même : la chaudière étant vidée à moitié, le produit d'abord étendu d'eau est introduit et la chaudière remplie. Il y a lieu d'effectuer le remplissage avec prudence parce que, sous l'action de l'acide, des gaz de décomposition se dégagent en bouillonnant et il faut prendre certaines précautions pour éviter leur débordement. La fin de la réaction est mise en évidence quand, l'acidité de la solution étant contrôlée par un papier réactif, le dégagement gazeux s'arrête. La chaudière est alors vidée, rincée, puis remplie d'une solution alcaline dont le but

est de neutraliser les traces d'acide qui peuvent rester après vidange de cette solution, un rinçage énergique termine l'opération.

Le détartrage des radiateurs démontés peut s'effectuer de la même manière. Quant aux tuyauteries, il est possible de les détartrer également en utilisant une solution suffisamment étendue, à condition toutefois qu'elles ne soient pas complètement bouchées.

Parmi les procédés alcalins, le plus employé est le procédé aux phosphates. Le phosphate trisodique a la propriété de décomposer le carbonate de calcium pour donner naissance à du phosphate tricalcique soluble. Son action est identique sur les composés magnésiens, tandis que pour les tartres siliceux la décomposition est plus lente. Le phosphate acide agit sur la rouille pour donner naissance à un phosphate de fer dont le précipité amorphe est facilement éliminable. Les procédés aux phosphates, plus lents que les procédés acides, sont d'un usage moins dangereux et peuvent, dans le cas d'une installation peu entartée, être mis en œuvre pendant la marche de l'installation.

Comme autres procédés alcalins, citons les procédés à la soude qui donnent également d'excellents résultats, à la condition toutefois de procéder à un rinçage énergique après leur utilisation.

D'autres procédés permettent le détartrage des installations pendant leur fonctionnement; ce sont les procédés colloïdaux et les procédés électriques déjà étudiés comme procédés préventifs. Toutefois, pour les installations fortement entartées, le détartrage pendant les périodes de service est peu recommandable en raison des risques d'obturation occasionnés par les blocs de tartre qui se détachent en cours de traitement.

Le problème de l'élimination des déchets et des boues est parfois assez délicat; le lavage sous pression donne souvent de bons résultats, mais il arrive fréquemment que des blocs de tartre ne puissent passer par les orifices de vidange; c'est la raison pour laquelle, en dépit des risques que présente une telle opération si elle n'est pas effectuée avec soin, il est souvent préférable d'utiliser les procédés acides plus énergiques, qui permettent une prompt destruction des blocs de tartre détachés.

Toutes les études que nous venons d'énumérer ne constituent que l'essentiel des problèmes que nous avons abordés. On trouvera dans le Bulletin de notre Comité, des documents consacrés à des problèmes plus secondaires et sur lesquels nous n'avons fait porter nos efforts que temporairement. Nous sommes à la disposition des assistants pour fournir des détails supplémentaires sur toutes ces études.



# Bibliographie.

Publications du Co. S. T. I. C.

- [1] CADIERGUES (R.), Les coefficients de rayonnement des matériaux. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, mai 1951.
- [2] CADIERGUES (R.), Le thermomètre à température résultante. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, novembre 1951.
- [3] CADIERGUES (R.) et LEVÊQUE (P.), La mesure de ventilation par traceurs radioactifs. *Chaleur et Industrie*, janvier 1952.
- [4] CADIERGUES (R.), La protection contre le gel en chauffage à eau chaude et le déneigement thermique. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, février 1952.
- [5] CADIERGUES (R.), MOREL (B.) et DAUDIN (M.), Méthode pratique de calcul des puissances en chauffage discontinu. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, mars 1952.
- [6] CADIERGUES (R.) et GENEVAY (J.), La conductibilité thermique des matériaux. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, avril-mai 1952.
- [7] CADIERGUES (R.), Intervention du chauffage et du conditionnement d'air dans l'acoustique du bâtiment. *Chauffage Ventilation Conditionnement*, juin 1952.
- [8] CADIERGUES (R.), Le chauffage par rayonnement; la technique française. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, septembre 1952.
- [9] CADIERGUES (R.), Le chauffage par rayonnement par panneaux suspendus. *IV<sup>e</sup> Congrès de Chauffage Industriel*, Com. 79, octobre 1952.
- [10] CADIERGUES (R.), Résolution pratique des équations intégrales de transmission de chaleur dans les enceintes. *IV<sup>e</sup> Congrès de Chauffage Industriel*, Com. 139, octobre 1952.
- [11] CADIERGUES (R.), Études et recherches 1951 du Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, novembre 1952.
- [12] CADIERGUES (R.), Les dispositifs de sûreté hydrauliques en chauffage à vapeur basse pression. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, novembre 1952.
- [13] Étude comparative des différents matériaux utilisés en Europe pour la construction des gaines de ventilation et de conditionnement d'air. *Chauffage Ventilation Conditionnement*, novembre 1952.
- [14] NESSI (A.), Procédés de vérification expérimentale de la puissance des installations de chauffage central. *Chauffage Ventilation Conditionnement*, décembre 1952.
- [15] CADIERGUES (R.), Physique et Géométrie des Échanges par Rayonnement. *Chaleur et Industrie*, décembre 1952, janvier et février 1953.
- [16] THIN (D.), Pompes et accélérateurs : applications à l'équipement thermique. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, mars-avril 1953.
- [17] THIN (D.), Précautions à prendre dans l'utilisation des pompes en chauffage et distribution d'eau chaude. *Chauffage Ventilation Conditionnement*, mai 1953.
- [18] CADIERGUES (R.) et THIN (D.), Le calcul des réseaux de chauffage à eau chaude pulsée, (à paraître).
- [19] THIN (D.), Les pompes et leurs applications. Collection du Co. S. T. I. C., (à paraître).
- [20] MISSENARD (A.), Die Tendenzen der französischen Technik im Licht der neuen Gestaltungen;  
CADIERGUES (R.), Allgemeines über französische Untersuchungen auf dem Gebiet der Heizungs- und Klimatechnik, Gesundheits-technische Tagung, 22 avril 1953 (Berlin).
- [21] CADIERGUES (R.) et THIN (D.), Détartrage et traitement des eaux en chauffage et plomberie. *Bulletin Co. S. T. I. C.*, nos 4, 5 et 6, 1953.

LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS  
SECTION THERMIQUE

VISITE DE QUELQUES LABORATOIRES D'ESSAIS AMÉRICAINS

Par M. G. DAWANCE.

AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

*Nous allons maintenant aborder le compte rendu de l'activité de la Section Thermique des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics qui va se composer de trois exposés. Le premier sera fait par M. DAWANCE, Ingénieur des Arts et Métiers. M. DAWANCE est un jeune physicien qui seconde M. L'HERMITE aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics. Il a déjà publié un nombre important de travaux et il nous entretiendra des visites qu'il a faites dans quelques laboratoires d'essais américains.*

La mission de productivité « Laboratoires » <sup>(1)</sup> qui a séjourné aux U. S. A. en mai et juin 1953, a eu l'occasion de visiter un certain nombre de laboratoires effectuant des recherches sur le chauffage, la ventilation et le conditionnement des locaux d'habitation. Cependant, comme l'objet de la mission comprenait l'ensemble des recherches relatives au bâtiment, la mission n'a visité que les laboratoires se trouvant sur son itinéraire et plus particulièrement ceux de :

<sup>(1)</sup> Mission de productivité bâtiment « Techniques de l'industrie du Bâtiment et Laboratoires » TA 38-185, organisée par l'agence de Sécurité Mutuelle (M. S. A.), mai et juin 1952, comprenant des représentants du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

Cornell University, Ithaca, N. Y.  
John B. Pierce Foundation, Raritan, N. J.  
John's Manville Cy, Manville, N. J.  
National Bureau of Standards, Washington, D. C.  
University of Illinois, Urbana, Illinois.

**1<sup>o</sup> Appareillage et technique des mesures.**

**a) Mesure des températures.**

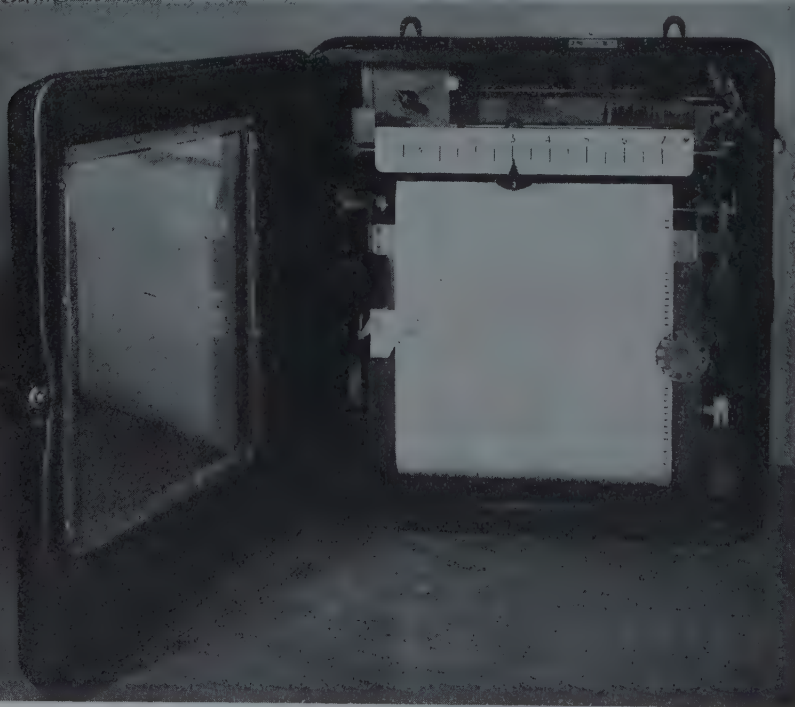
La mesure de la température par couples thermoélectriques est généralisée. On utilise habituellement les couples cuivre-constantan. Les forces électromotrices produites par les couples sont mesurées au moyen d'un potentiomètre à équilibrage manuel qui est branché successivement sur chacun d'eux.

Certaines installations comprennent plus de six cents couples (NBS). En général, les résultats d'un certain nombre de couples sont enregistrés au moyen de potentiomètres enregistreurs à équilibrage automatique à plusieurs directions (fig. 1).

Les couples sont placés directement sur les murs et cloisons à étudier, les couples placés dans l'air sont protégés du rayonnement par une petite feuille brillante permettant la libre circulation de l'air.

Pour tenir compte du rayonnement on détermine la température radiante moyenne (M. R. T.) au moyen d'une sphère de cuivre noircie de  $\varnothing$  204 mm (8 pouces) et de 0,56 mm d'épaisseur, émissivité 0,96. La température de l'air à l'intérieur de la sphère est mesurée au moyen d'un thermomètre à mercure ou d'un couple. Cette température est, en général, mesurée à 1,20 m (48 pouces) au-dessus du plancher.

FIG. 1. — Potentiomètre enregistreur multicourbe à équilibrage automatique. Cet équilibrage peut être à commande mécanique ou électronique.





Ce dispositif de mesure est recommandé par l'A. S. H. V. E. Il correspond, au diamètre près, au thermomètre résultant utilisé en France [1], [2].

Les différents laboratoires visités utilisent d'ailleurs des sphères dont le diamètre varie de 50 à 200 mm (2 à 8 pouces) (fig. 2).



FIG. 2. — Disposition des couples thermoélectriques dans une chambre d'essai des radiateurs.

On remarquera les boules servant à mesurer la température moyenne radiante. A chaque boule est associé un couple mesurant la température de l'air (chambre d'essai des radiateurs, Université Cornell, N.-Y.).

#### b) Mesure des hygrométries.

Les cellules les plus utilisées pour la mesure de l'état hygrométrique de l'air sont du type à variation de résistance d'un corps hygrométrique. Ces cellules ont cependant le défaut de ne fonctionner que pour une gamme assez faible d'hygrométries et de demander des rééquilibrages fréquents.

Un certain nombre d'autres cellules existent pour la mesure de l'humidité des sols et des matériaux : cellules au plâtre, au nylon, par mesure du pouvoir de dissipation calorifique d'un sol et au moyen d'isotopes radioactifs. Ces procédés sont, en général, assez délicats à mettre en œuvre et souvent assez peu fidèles.

#### c) Mesure de conductibilité thermique.

Ces mesures sont exécutées, en général, suivant les normes A. S. T. M. :

— C 117.45 détermination de la conductibilité sur échantillon par la méthode de la plaque chaude gardée.

— C 236.49 T pour la mesure de la conductance thermique des murs et cloisons par la méthode de la boîte chaude gardée.

Les installations des *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* si elles s'écartent un peu des normes A. S. T. M. quant aux détails, ont été réalisées suivant les mêmes principes.

Une des installations les plus modernes est celle de la John's Manville Cy à Manville N. J., entreprise spécialisée dans la production de matériaux isolants à base d'amiante.

Cette installation permet la mesure simultanée d'une vingtaine de panneaux suivant la norme A. S. T. M. C 117.45. L'alimentation électrique est stabilisée à  $\pm 0,5\%$ . L'eau de refroidissement des panneaux a nécessité l'installation d'une petite station d'épuration pour la suppression des dépôts calcaires. Cette installation est destinée aux recherches et au contrôle systématique des fabrications.

Ces laboratoires ont aussi étudié le mécanisme de la transmission de la chaleur dans les matériaux fibreux [3]. Ils ont réussi à séparer les différents modes de transmission de la chaleur par des mesures de conductibilité sous différents degrés de vide et dans des milieux gazeux différents.

Ils ont mis en évidence le rôle prépondérant de la conduction par l'air (fig. 3) comparée aux conductions par le solide, par radiation et par convection.

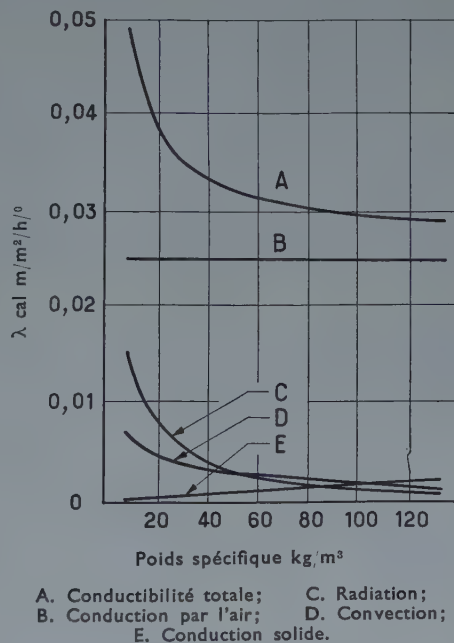


FIG. 3. — Influence relative des différents modes de transmission de la chaleur sur la conductibilité totale d'un matériau fibreux.

Cette conduction par l'air peut être diminuée en réduisant la pression de manière à ce que le libre parcours moyen des molécules soit du même ordre de grandeur que la dimension des pores du matériau (fig. 4).

Cette constatation permet d'orienter les recherches vers de nouveaux matériaux isolants ayant des dimensions de pores du même ordre que le libre parcours moyen des molécules sous la pression atmosphérique.

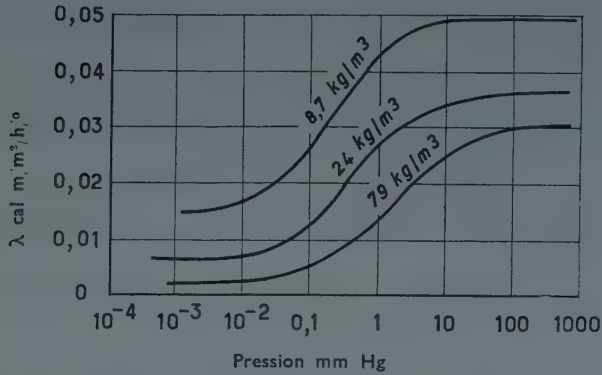


FIG. 4. — Variation de la conductibilité thermique d'un matériau isolant fibreux en fonction de la pression.

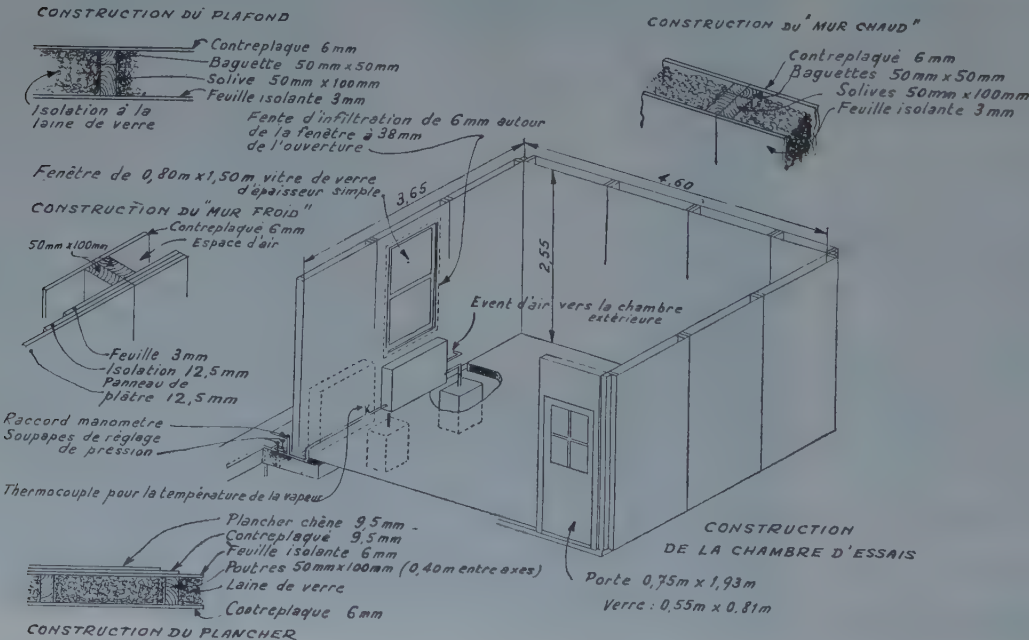
## 2° Essais des dispositifs de chauffage. Chambre d'essai.

Un dispositif particulièrement intéressant, permettant de comparer l'efficacité de différents types de radiateurs et de convecteurs, a été réalisé à l'Université Cornell.

La chambre d'essai comprenant un espace clos réfrigéré et ventilé de  $7,8 \times 8,8 \times 3,6$  m, l'installation permet de maintenir  $-10^\circ$  dans l'enceinte.

Une portion de bâtiment (construction légère courante aux U. S. A.), comprenant une pièce de  $3,60 \times 4,50 \times 2,40$  avec une porte et une fenêtre, est construite à l'intérieur de l'enceinte. Deux des murs et le plafond sont spécialement isolés de l'espace froid (fig. 5).

Un radiateur du type normal en fonte, placé le long d'un mur, chauffe la pièce. D'autres dispositifs de radiateurs, convecteurs, avec différentes dispositions, ont été essayés en lieu et place du radiateur normal.



La différence d'efficacité des radiateurs est due à ce que les pertes par les murs, les portes, les fenêtres, les planchers et les plafonds, sont variables suivant les types d'appareils. L'appareil le meilleur étant celui donnant les moins grandes différences de température entre les différents points de la pièce.

FIG. 5. — Chambre d'essai des radiateurs de l'Université Cornell (Ithaca, N. Y.).

On a choisi pour comparer les résultats, un certain nombre de points de référence où des mesures de températures sont effectuées et on en déduit, pour un écart de température donné  $\Delta t$  entre le point de référence et l'extérieur, un coefficient de chaleur effective.

$$EH\% = 100 \left( \frac{q_s}{q} - 1 \right)$$

où  $q_s$  est la quantité de chaleur fournie au radiateur normal et  $q$  la quantité de chaleur fournie au radiateur en cours d'étude.

Ce coefficient, bien que très imparfait, paraît avoir permis de classer les différents dispositifs essayés à Cornell et, en particulier, de déterminer qu'elles étaient les dispositions les plus favorables des ouvertures des convecteurs (fig. 6).

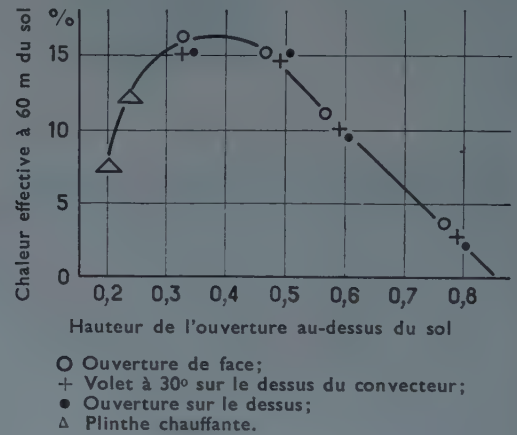


FIG. 6. — Chaleur effective mesurée à la hauteur de 60 cm pour différents types de convecteurs en fonction de la hauteur de l'ouverture de sortie de l'air chauffé.



## 3° Essais sur habitation.

Cet essai est relativement facile à exécuter. Une maison, munie de tout son ameublement, est équipée de l'installation de chauffage à étudier.

On pose un grand nombre de couples thermo-électriques sur les parois, dans l'air, à différents niveaux, on mesure les températures moyennes radiantés de chaque pièce. D'autre part, le débit d'eau de vapeur ou d'air et les températures d'entrée et de sortie du fluide chauffant sont enregistrés.

Il est ainsi possible d'établir le bilan énergétique pour chaque pièce. Le fonctionnement de la chaudière est lui aussi enregistré et contrôlé de manière à pouvoir établir son rendement, ainsi que l'efficacité du dispositif de régulation. Les mesures durent tout un hiver (fig. 7).

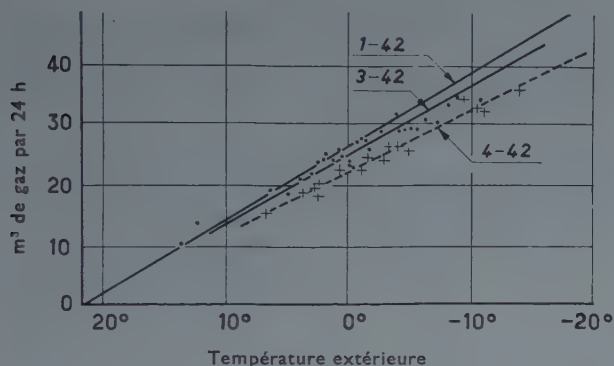


FIG. 7. — Consommation de gaz dans la chaudière d'une installation de chauffage central dans différentes conditions, en fonction de la température extérieure, la température intérieure étant fixée à 22° par thermostat.

Courbe 1/42. — Maison entièrement chauffée.  
 Courbe 3/42. — Véranda non chauffée.  
 Courbe 4/42. — Trois chambres non chauffées.  
 Maison comprenant huit pièces principales.

L'université de l'État d'Illinois (Urbana, Ill.) a procédé à de très nombreux essais de ce genre, en particulier, ont été étudiés :

— Le fonctionnement d'une installation de chauffage à air chaud avec régulation automatique.

— L'influence du non chauffage de certaines pièces sur la consommation.

— L'influence d'un foyer supplémentaire dans la pièce où se trouve le thermostat [6].

Pour une installation à eau chaude, il a été étudié l'efficacité du dispositif de régulation, l'effet de la réduction de la température la nuit, l'effet de la disposition des radiateurs dans les pièces sur la répartition des températures, les mouvements de l'air, les déperditions au travers des murs, la variation de l'état hygrométrique de l'air en fonction du chauffage [7].

La même maison a été équipée l'année suivante, en remplaçant les radiateurs et convecteurs par des plinthes chauffantes [8], [9], [10].

Une deuxième maison a été équipée d'un chauffage à air chaud, en vue de comparer l'efficacité du chauffage direct par convection et celle du chauffage par panneaux rayonnants formant faux plafond, chauffés par circulation d'air chaud [11].

Les deux systèmes ont montré des performances équivalentes utilisées dans la même maison.

## 4° Nouveaux dispositifs de chauffage [12 à 20].

L'étude du chauffage par l'énergie solaire paraît très séduisante. Elle a été entreprise par plusieurs institutions et a déjà donné lieu à quelques réalisations expérimentales.

Une de ces maisons a été construite aux environs de Boston et des mesures ont été faites pendant les hivers 1948-1949 et 1949-1950 (fig. 8).

Le collecteur d'énergie est constitué par deux ou trois glaces parallèles, séparées par un espace d'air. Ces glaces sont placées devant une plaque noircie faisant l'office d'échangeur de chaleur grâce à une circulation d'air ou d'eau.

Des essais ont montré que l'on pouvait obtenir par ce moyen, pour une température de l'eau de 50° à la sortie du collecteur, 22 000 cal/m² et par mois durant l'hiver (novembre-mars).

La maison a pu être chauffée en 1949-1950 avec seulement 20 % d'appoint fourni par un dispositif de chauffage électrique.

Le tableau ci-après donne une idée des résultats obtenus.

	MOIS						
	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril
Pertes de chaleur, calories par jour $\times 100$ .....	48	53	60	58	52	73	46
Charge de chauffage, calories par jour $\times 100$ .....	46	43	51	55	51	70,6	44
Fraction de l'énergie de chauffage fournie par le collecteur du toit (%) .....	53,5	40,5	50,1	33,4	31,8	55,5	70,2
Fenêtre sud (%) .....	46,5	46,2	33,1	28,2	25,6	31,2	23
Chauffage de complément (%) .....	0	13,3	16,8	38,4	42,6	13,3	6,8
Erreur par rapport aux prévisions d'ensoleillement 1....	1,17	1,04	1,23	0,82	0,88	1,12	0,95

En moyenne le soleil fournit de 80 à 90 % de l'énergie de chauffage, le collecteur du toit participant pour 50 %. Des modifications doivent être apportées à l'installation pour améliorer l'efficacité du collecteur.

##### 5° Utilisation des dispositifs analogiques pour le calcul des installations de chauffage en régime variable.

En plus des analogies électriques bien connues utilisées pour l'étude des régimes variables à l'Université Columbia, l'Université Cornell a réalisé un fort intéressant dispositif d'analogie hydraulique.

Le dispositif de base se présente sous la forme de deux tubes, de sections différentes, remplis d'huile silicone, communiquant par un tuyau capillaire assez long.

Le mouvement du liquide dans le tube étant régi par la loi de Poiseuille, le débit dans le tube est donné par :

$$Q = \frac{\pi \omega}{128 \mu} d^4 \frac{\Delta h}{L}$$

si

$\mu$  est le coefficient de viscosité de l'huile;  
 $\omega$  le poids spécifique de l'huile dans le diamètre du tube;  
 $\Delta h$  la charge en hauteur d'huile;  
 $L$  la longueur du tube capillaire.

On trouve, par étalonnage :

$$Q = K \frac{\Delta h}{L}$$

Le débit de liquide  $Q$  entrant ou sortant d'un tube, de section  $S$ , est donné par :

$$Q = S \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

où  $\Delta h$  est la vitesse de montée ou de descente de l'huile dans le tube.

Ces deux équations sont de même forme que celles représentant la loi de la transmission de la chaleur (loi

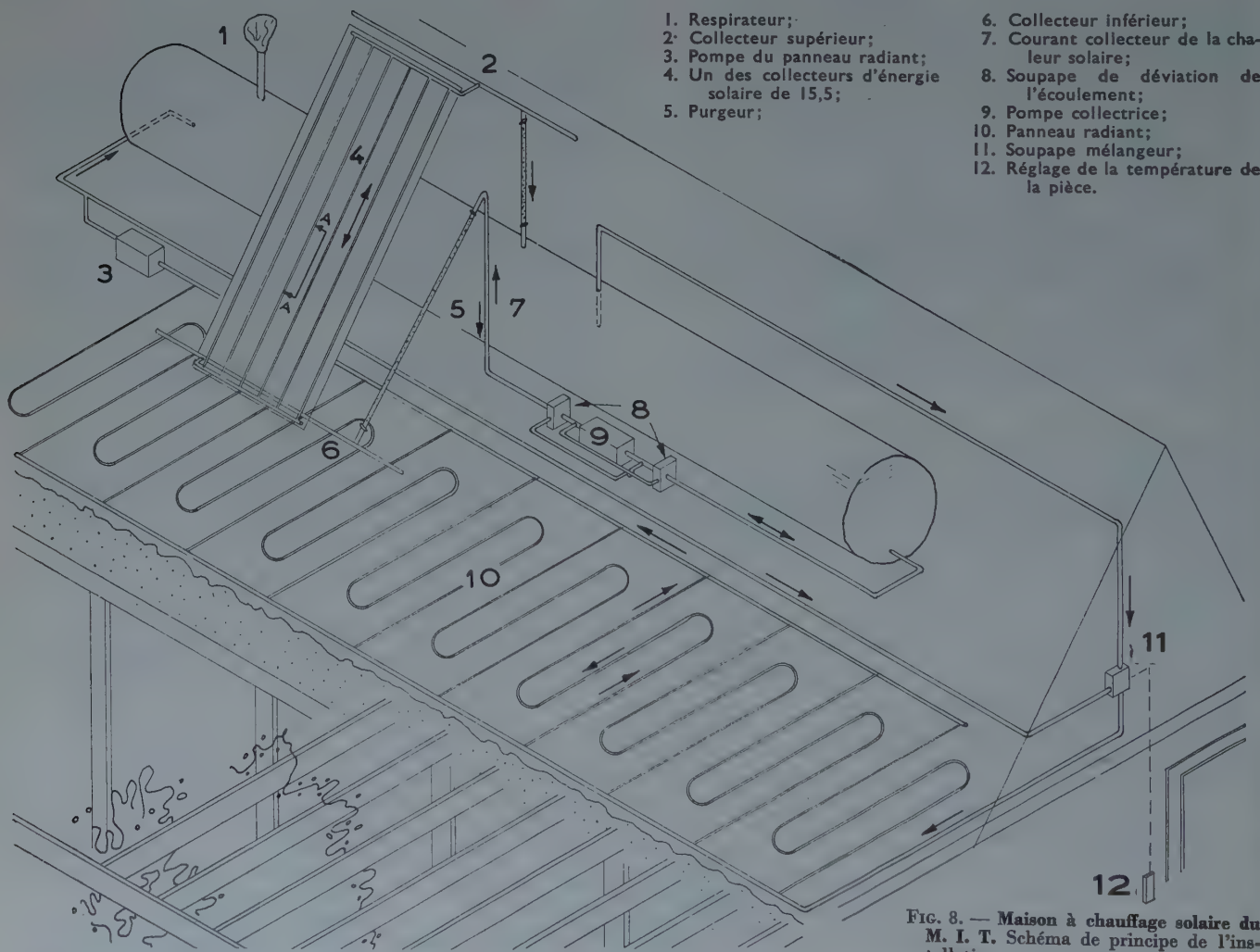


FIG. 8. — Maison à chauffage solaire du M. I. T. Schéma de principe de l'installation.

Quand cela est nécessaire on ajoute de la chaleur supplémentaire à l'eau dans le réservoir d'accumulation solaire au moyen de résistances électriques.



de Fourier) donnant la quantité de chaleur  $q$  passant dans une section  $S$ .

$$\frac{q}{S} = \lambda \frac{\Delta\theta}{\Delta e}$$

$e$  épaisseur de la paroi;

$\theta$  température;

$\lambda$  coefficient de conductibilité thermique.

La quantité de chaleur emmagasinée est exprimée par :

$$\frac{q}{A} = \Delta e \frac{\Delta\theta}{\Delta t} C$$

$C$  chaleur spécifique du matériau par unité de volume.

En choisissant judicieusement l'échelle du modèle et en combinant différents tubes et tuyaux, on arrive à représenter les installations les plus complexes.

On peut, en alimentant l'installation au moyen d'une pompe suivant un cycle déterminé, connaître la température en tout point du circuit. La température extérieure peut être représentée en réglant manuellement la hauteur de l'huile dans un tube au moyen d'un robinet de fuite.

Un montage de ce type a été réalisé pour calculer la puissance nécessaire pour l'installation de conditionnement de l'immeuble des Nations Unies à Manhattan, New-York, l'évacuation des calories amenées par l'isolation de l'immense façade vitrée posant un problème assez difficile à résoudre.

## Conclusions.

Ce rapide aperçu des activités de quelques laboratoires américains montre le dynamisme de la recherche aux U. S. A. Les fabricants de matériel, les groupements de constructeurs, n'hésitent pas à entreprendre de longues recherches en vue d'améliorer leur matériel. Cependant, si la recherche sur le plan universitaire est entreprise avec un matériel assez réduit et dans des conditions modestes, la recherche industrielle est menée avec un grand luxe de moyens.

Tel est le cas d'une entreprise, fabriquant des matériaux isolants, qui possède des laboratoires de recherches groupés avec des usines-pilotes pour les études de fabrication de produits nouveaux. Ces laboratoires représentent quatre à cinq fois l'importance des *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics*, bien que le directeur de l'affaire ait avoué, presque honteusement, que seul 1 à 2 % du chiffre d'affaire de l'entreprise était consacré aux recherches, pourcentage anormalement bas.

Il reste à souhaiter que les *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics*, relayés par le nouveau *Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics*, augmentent, ainsi qu'il est prévu, leurs activités en matière de chauffage et ventilation. En particulier lorsque les nouveaux locaux seront achevés et équipés, le *Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics* sera en mesure d'entreprendre la plupart des recherches qui viennent d'être citées, soit pour le compte de particuliers, soit dans l'intérêt général de la profession.

## Bibliographie.

- [1] MISSENAARD (A.), Mesure de la température. Cours supérieur de chauffage, ventilation et conditionnement de l'air, t. 4.
- [2] CADIERGUES (R.), Le thermomètre à température résultante. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* (Équipement technique, n° 15).
- [3] VERSCHOOR (J. D.) and GREEBLER (Paul), Heat transfert by gas conduction and radiation in fibrous insulations. *Transactions of the A. S. M. E.*, paper n° 51, A 54 (Manville N. J.).
- [4] MACKEY (C. O.), GAY (N. R.), TUFT (R. D.), POWEL (E. B.) et BRODERICK (E. L.), Principles of effective heat for steam heated structures. *Heating Piping Air Conditioning*, janvier 1951.
- [5] The use of an elbow in a pipe line for determining the rate of flow in the pipe. U. I. E. E. S. (University of Illinois Engineering Experiment Station).
- [6] KONZO (S.) et HARRIS (W. S.), Fuel saving resulting from closing of rooms and from use of a fireplace. *Bulletin* n° 348 U. I. E. E. S.
- [7] KRATZ (A. P.), HARRIS (W. S.), FAHNESTOCK (M. K.) et MARTIN (R. J.), Performance of a hot water heating system in the I. B. R. research home. *Bulletin* n° 349 U. I. E. E. S.
- [8] KRATZ (A. P.) et HARRIS (W. S.), A study of radiant baseboard heating in the I. B. R. Research home. *Bulletin* n° 358 U. I. E. E. S.
- [9] HARRIS (W. S.), Progress report on performance of a one pipe steam system in the I. B. R. research home. *Bulletin* n° 383 U. I. E. E. S.
- [10] HARRIS (W. S.) et WEIGEL (R. H.), Radiant baseboard heating and effect of reduced thermostat setting and open bedroom windows at night. *Bulletin* n° 391 U. I. E. E. S.
- [11] ROASE (R. W.), CHILDS (M. E.), GREEN (G. H.) et KONZO (S.), Comparative performance of a warm air ceiling panel system and a convection system.
- [12] HOTTEL (H. C.), Publications ayant trait au chauffage solaire. Space heating with solar energy origine M. I. T. Cambridge Mass. The performance of flat solar energy collectors.
- [13] ANDERSON (L. B.), Architectural problems.
- [14] ANDERSON (L. B.), Variables effecting solar incidences.
- [15] LÖFF (G. O. G.), Performance of solar energy collectors of over lapped glass plate type.
- [16] HESSELSCHWERDT Jr (A. L.), Performance of the M. I. T. solar house.
- [17] DIETZ (A. G. H.), Diathermans materials and properties of surfaces.
- [18] PARMELEE (G. V.), A. S. H. V. E. Research on heat flow through glass and its application to space heating by solar energy.
- [19] LÖFF (G. O. G.), Selected results from design study solar heated house in Denver Colorado.
- [20] AMBROSE (E. R.), Heat pump system employing storage and using auxiliary heat.

## CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Je remercie M. DAVANCE de son exposé; je ne m'élends pas. J'espère que le Laboratoire du Bâtiment pourra faire des recherches beaucoup plus poussées lorsque le nouveau laboratoire à chambre froide et à température constante sera en service.

## LA MESURE DE LA CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE A TRAVERS LE MONDE

Par M. A. PASCAL.

### AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

M. PASCAL, qui est Ingénieur-opticien de l'Institut d'Optique de Paris, s'occupe aussi, aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, des questions thermiques.

M. L'HERMITE, l'éminent directeur de ce laboratoire, s'est ému récemment de la diversité des méthodes employées pour la mesure des conductibilités thermiques des matériaux de construction. L'organisation internationale de ces laboratoires s'est préoccupée d'unifier ces mesures afin qu'elles soient comparables d'un laboratoire à l'autre, à travers le monde. C'est le résultat de ces efforts que va exposer M. PASCAL.

L'objet de cet exposé est d'attirer l'attention sur le problème de la mesure de la conductibilité thermique  $\lambda$  des matériaux de construction.

On pourrait penser que la technique de cette mesure est chose bien connue et qu'il est inutile d'y revenir. En réalité, les mesures thermiques sont délicates et l'examen des chiffres fournis par la littérature pour la conductibilité révèle des divergences assez considérables.

D'autre part, il est nécessaire d'avoir une méthode de mesure suffisamment souple et précise pour étudier les propriétés thermiques des matériaux nouveaux. Certaines entreprises, comme la John's Manville Cy aux U. S. A., n'ont pas trouvé inutile d'adjoindre à leur usine de fabrication de produits isolants, un laboratoire thermique important.

Dans leurs communications MM. WATZINGER et JACOBSEN (Norvège et Danemark) ont souligné l'intérêt que les chercheurs de leurs pays portaient au problème de la conduction des matériaux, en particulier des matériaux humides au Danemark.

La R. I. L. E. M. (Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les matériaux et les Constructions, Organisation internationale privée, fondée et animée par M. L'HERMITE) a lancé à travers le monde une enquête sur les méthodes de mesure de la conductibilité thermique des matériaux de construction, enquête à laquelle de nombreux laboratoires ont répondu.

La synthèse des réponses a été faite par M. ROCHA <sup>(1)</sup>, Président de la Commission pour les essais thermiques des matériaux [1].

La lecture de ce document (et d'autres aussi) montre la très grande diversité des méthodes de mesure. On peut dire que chaque laboratoire a son appareillage particulier et aussi ses méthodes propres.

Il n'existe que deux normes sur ce sujet dans le monde :

— Pour la Grande-Bretagne : « Definition of Heat Insulating Terms and Methods of determining Thermal Conductivity and Solar Reflectivity » of the British Standard Institution [2].

— Pour les U. S. A. : « Test for Thermal Conductivity by Guarded Hot Plate » C 177-45 Standard of the A. S. T. M. [3].

Ces deux normes reflètent le point de vue de deux laboratoires.

La R. I. L. E. M. voudrait profiter de l'expérience du plus grand nombre possible de laboratoires pour établir, non pas une norme mondiale, mais une série de recommandations sur l'appareillage et les méthodes de mesure, ces recommandations devant être du plus haut intérêt pour les laboratoires et les entreprises désirant s'équiper pour ces mesures.

Lorsqu'une méthode suffisamment simple et précise à la fois aura pu être établie, un constructeur pourra se lancer dans la fabrication de l'appareillage, ce qui permettra alors aux entreprises de s'équiper.

### Méthodes de mesure de la conductibilité thermique.

Toutes les méthodes peuvent se classer en deux groupes : les méthodes utilisant le régime permanent et celles utilisant le régime variable.

#### 1° Régime permanent.

Ce sont les méthodes les plus utilisées.

##### a) Méthode de la couche sphérique.

Le flux est dégagé dans une sphère d'épaisseur constante [4] (fig. 1).

$$\lambda = \frac{Q}{4\pi(\theta_0 - \theta_1)} \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_1} \right).$$

En raison des difficultés de réalisation des éprouvettes, cette méthode est peu employée.

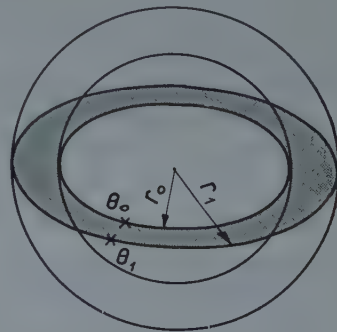


FIG. 1.

<sup>(1)</sup> M. Manuel ROCHA, Ingénieur en Chef du deuxième service. Laboratório de Engenharia Civil, avenue Rovisco Pais, 41, Lisbonne.



**b) Méthode de la couche cylindrique.**

Le flux est dégagé uniformément le long d'un cylindre (fig. 2).

$$\lambda = Q \frac{\log_e \left( \frac{r_1}{r_0} \right)}{2\pi l (\theta_0 - \theta_1)}$$

a) On peut l'utiliser pour étudier la conductibilité des matériaux pulvérulents.

Un fil chauffant est alors noyé dans un cylindre fait avec le matériau pulvérulent. La mesure du flux se fait au wattmètre [5].

b) Le matériau à essayer est sous forme d'un tube (coquilles isolantes, béton). La mesure du flux se fait au wattmètre.

Les Américains ont utilisé cette méthode pour l'étude du béton du barrage du Boulder Canyon [6].

c) Essais des coquilles d'isolation par la méthode de la bande de Schmidt. Le flux est mesuré par un compteur de flux calorifique de Schmidt, constitué par une bande souple que l'on enroule autour de la coquille isolante (fig. 3). Cette méthode, mise au point en Allemagne par SCHMIDT [7], [8], est utilisée au laboratoire du C. N. A. M.

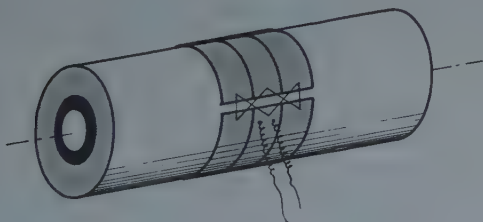


FIG. 3.

**c) Méthode du mur.**

C'est de beaucoup la méthode la plus répandue, mais les réalisations sont diverses selon les laboratoires.

Cette méthode consiste à faire traverser une plaque à faces planes et parallèles, taillée dans le matériau à essayer, par un flux thermique perpendiculaire aux faces. Comme les dimensions de cette plaque sont limitées, on ne fait la mesure que dans une zone centrale où le flux est bien perpendiculaire aux faces. Le reste de la plaque forme ce qu'on appelle l'anneau de garde [1], [3], [10], [11], [12], [13], [16].

$$\lambda = \frac{q \times e}{\Delta \theta}$$

**Mesure du flux thermique.**

α) Dans le montage en sandwich, la plaque chauffante électrique C dissipe symétriquement l'énergie dans deux

échantillons E identiques accolés à celle-ci (fig. 4).

La mesure du flux se fait au wattmètre [3], [14], [18], [23], [24].

β) Dans d'autres montages la mesure du flux se fait par un calorimètre à eau sur la face froide. On connaît l'élévation de température de l'eau par son passage dans le calorimètre et le débit, d'où le flux thermique [20], [41] (fig. 5).

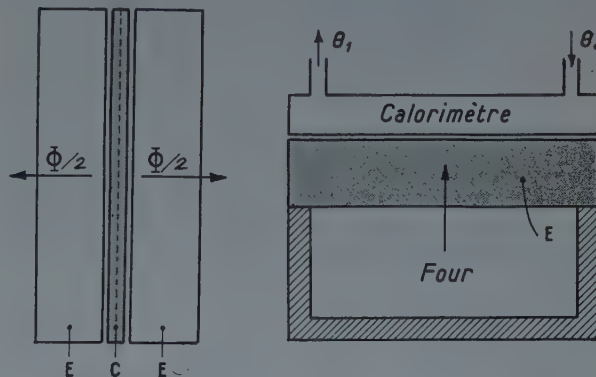


FIG. 4. et 5.

M. WOLOGDINE a appliqué cette méthode à l'École des Mines en 1909.

γ) Parfois on utilise une paroi auxiliaire qui forme fluxmètre. C'est une plaque en caoutchouc ou céramique sur les faces de laquelle des thermo-couples en série, alternativement sur l'une et l'autre face, mesurent la différence de température entre celles-ci. Par étalonnage, on détermine le flux correspondant à chaque différence de température mesurée [21], [22] (fig. 6). L'échantillon est placé entre deux fluxmètres F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>. Le tout est placé sur une plaque chauffante uniforme C.

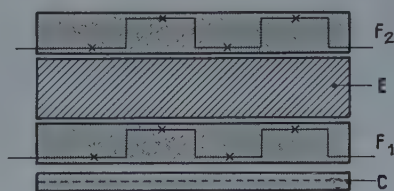


FIG. 6.

δ) Au National Physical Laboratory de Londres, on utilise deux plaques chauffantes électriques disposées de part et d'autre d'une paroi isolante I. D'un côté on installe la plaque dont on veut mesurer le λ. La seconde plaque chauffante sert à annuler le flux traversant l'isolant. Il suffit donc d'un échantillon pour faire la mesure (fig. 7).

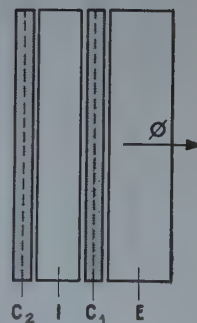


FIG. 7.

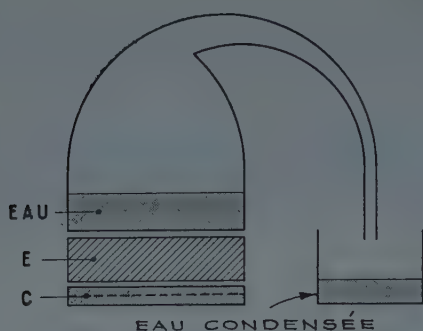


FIG. 8.

ε) M. HEYBERGER au Laboratoire d'Essai du C.N.A.M. mesure le flux par condensation d'eau évaporée au contact de la face froide à 100° [9] (fig. 8).

Avec d'autres liquides on pourrait avoir différentes températures de face froide.

#### Plaque chauffante.

Dans la plupart des montages, la plaque chauffante est constituée essentiellement par un fil électrique disposé en spires régulières concentriques carrées ou circulaires. De plus, pour compenser les fuites thermiques sur le bord de l'anneau de garde, les spires de l'anneau de garde sont en totalité, ou en partie, alimentés séparément pour y fournir une certaine puissance.

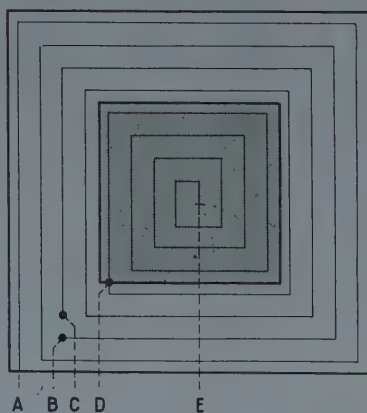


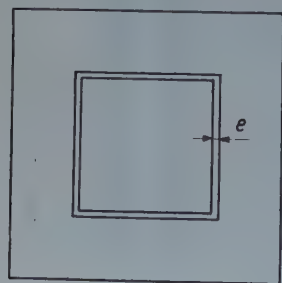
FIG. 9.

Ces plaques chauffantes sont en carton d'amiante ou bien en matière réfractaire.

La figure 9 représente un dispositif de plaque chauffante avec chauffage séparé pour le bord de l'anneau de garde (entre A et B). Cette disposition permet d'augmenter l'épaisseur maximum des éprouvettes à mesurer.

#### Plaques de surface.

Beaucoup de dispositifs ont sur leur plaque chauffante des plaques de surface destinées à égaliser la température de la face chaude. Ces plaques ont l'inconvénient d'être rigides et de se prêter mal aux défauts de surface des éprouvettes [3].



La figure 10 représente un dispositif de plaque de surface habituellement utilisé. Deux plaques de cuivre épaies ont respectivement la forme du carré central de mesure et de l'anneau de garde. Ces deux plaques sont séparées par un intervalle  $e$  qui crée une perturbation dans le passage du flux thermique.

FIG. 10.

L'idéal serait de disposer d'un matériau bon conducteur et élastique, afin d'égaliser la température de la face chaude et d'épouser toutes les formes de l'échantillon.

Ce que l'on vient de dire pour la plaque de surface de la face chaude de l'éprouvette est aussi valable pour le côté froid.

#### Plaques froides.

Les plaques froides sont le plus souvent constituées par des plaques épaisses de matériau bon conducteur (cuivre, aluminium) dans lesquelles circule de l'eau ou une saumure selon la température désirée. Dans ce cas, l'alimentation se complique du fait de la nécessité d'alimenter l'appareil en liquide à température constante durant tout l'essai (fig. 11).

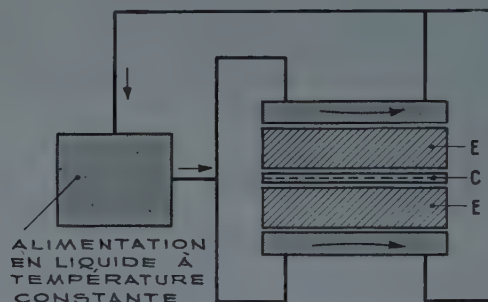


FIG. 11.

Quelquefois le refroidissement se fait naturellement par convection et rayonnement d'une plaque conductrice placée sur la face froide de l'échantillon. Ce dispositif manque de souplesse [10], [11].

Pour les essais à température élevée (isolants-réfractaires) on est amené parfois à utiliser une plaque chauffante sur la face froide, plaque chauffante identique à celle de la face chaude [18].

#### Mesure des températures.

Elles sont faites, dans tous les cas, par des couples thermo-électriques, en général cuivre-constantan. Le nombre de couples par face varie de deux à dix selon les auteurs.

L'usage de couples thermo-électriques oblige à faire les mesures avec un pont potentiométrique précis.

#### Transmission de la chaleur dans les corps fibreux.

Des montages spéciaux ont été construits afin de pouvoir faire des mesures de transmission de la chaleur dans des corps fibreux sous vide et des calculs ont été faits afin de séparer la conduction du rayonnement [42], [43].

Avant de quitter l'étude des méthodes de mesure en régime permanent, il convient de citer la méthode de mesure du coefficient  $K$  de transmission de la chaleur d'ambiance à ambiance sur éléments de mur, par la méthode de la boîte chaude gardée. Par cette méthode, en mesurant les températures de surface du mur, on peut facilement déterminer la conductibilité thermique moyenne [9], [10], [11], [15], [25].



**Humidité.**

C'est là le point sensible des méthodes utilisant le régime permanent. Si l'on essaye des éprouvettes humides, il y aura véhiculation de l'eau vers la face froide due au gradient de température. Comme  $\lambda$  dépend de l'humidité, le régime permanent ne sera donc pratiquement jamais établi avant que l'éprouvette soit entièrement sèche. Pour mesurer la conductibilité thermique des matériaux humides, il faut utiliser des méthodes de mesures rapides (une heure est un grand maximum), alors que le régime permanent demande plus de vingt-quatre heures pour s'établir [26], [27], [28], [29], [30].

Les mesures de conductibilité thermique en régime variable sont moins précises que celles en régime permanent. Ce n'est pas pour cela qu'il faut les rejeter, car lorsque le matériau est dans un état instable (humidité), on est bien obligé de faire les mesures en régime variable. Par contre, dans le cas d'un matériau sec on utilisera de préférence une méthode en régime permanent.

Ce sont donc ces méthodes rapides dont nous allons faire le tour d'horizon.

**2° Régime variable.**

Les méthodes indiquées par les différents auteurs sont très diverses par le principe et aussi par les appareillages proposés.

**a) Méthode à flux calorifique constant.**

a) Isolant parfait. Un « mur » isolé parfaitement sur une face est chauffé à flux constant sur son autre face. CLARKE et KINGSTON se sont servis de cette méthode en Australie [31]. Cela revient à chauffer à flux constant et identiquement les deux faces d'un mur. Aucun flux ne traverse la tranche médiane du mur. La température est mesurée sur cette tranche (fig. 12).

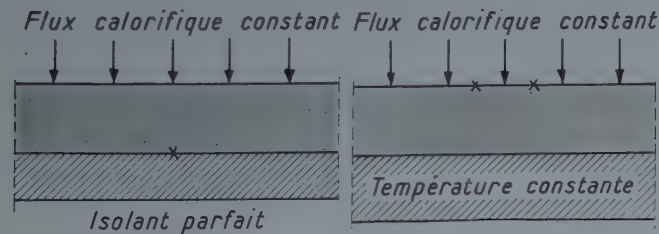


FIG. 13.

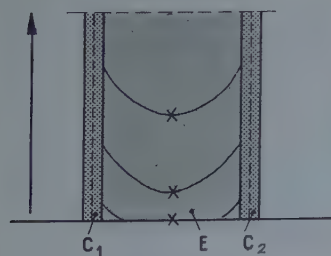


FIG. 12.

b) Le flux calorifique est constant; mais la température est mesurée au niveau où le flux se dégage (fig. 13).

— MM. ACLOQUE et MAYOT en France ont proposé une méthode très ingénieuse utilisant la mise en régime d'un mur [32].

— M. DEVIENNE du Laboratoire des Echanges Thermiques à Bellevue, a étudié l'influence de l'humidité sur la conduction thermique des corps granuleux par cette méthode sur un dispositif cylindrique [33].

c) Milieu infini à température constante. En pratique le milieu essayé n'est jamais infini. On arrête l'expérience

avant que l'onde thermique ait atteint le bord de l'éprouvette (fig. 14).

Cette méthode a été préconisée par STALHANE et PYK à Utrecht aux Pays-Bas [34], [35].

M. DESTABLE a utilisé cette méthode et l'a comparée à la méthode du cylindre en régime permanent [5].

Plus récemment, HOOPER de l'Université de Toronto, a mis au point une sonde chauffante pour étudier la conductibilité des sols, méthode basée sur le même principe [36], [37].

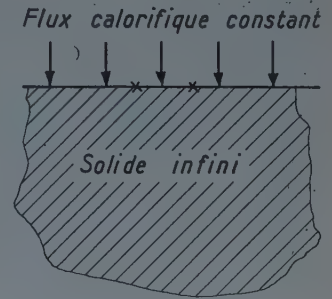


FIG. 14.

**b) Flux calorifique variable.**

M. VERNOTTE a proposé diverses méthodes :

— La méthode du « touchau » pour essayer les isolants.

Un bloc très conducteur isolé sur le dessus est chauffé jusqu'à une certaine température, puis posé sur l'isolant. La courbe de refroidissement du touchau permet de déterminer le  $\lambda$  de cet isolant.

— La méthode du signal.

On envoie un signal thermique au bout d'une barre. Les températures de la barre sont relevées en divers points. De la propagation de l'onde thermique on déduit la conductibilité thermique [38].

— La méthode de la barre du signal non imposé.

Le flux calorifique envoyé dans la barre varie périodiquement. L'étude de la propagation dans la barre de ces ondes successives permet de déterminer  $\lambda$  [39].

**c) Température de surface imposée.**

a) Isolant parfait sur une face. Pratiquement, on plonge un « mur » à température constante brutalement

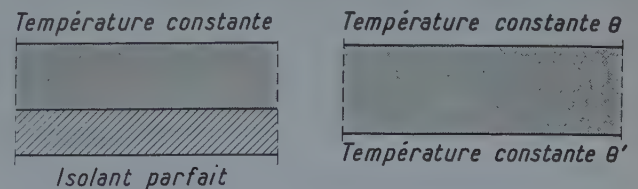


FIG. 16.

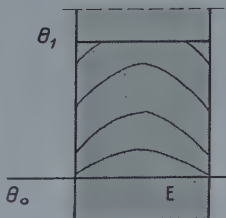


FIG. 15.

dans un milieu à une autre température qui lui impose sa température de surface. De la variation de température au milieu du mur on déduit la conductibilité thermique (fig. 15).

b) Températures constantes différentes imposées sur les deux faces. On impose brutalement des températures constantes  $\theta$  et  $\theta'$  sur les deux faces d'un mur initialement à température constante. L'étude de l'évolution des températures donne la conductibilité de ce mur (fig. 16).

#### d) Méthode de M. Nessi.

Cette méthode est destinée à la mesure de  $\lambda$  sur mur en œuvre. Elle est basée sur la connaissance des coefficients de surface  $h_e$  et  $h_i$ . Pour cela, il faut que les conditions de rayonnement et de convection restent constantes pendant la durée des essais, soit une semaine. On enregistre les températures d'air et de surface en s'arrangeant pour terminer à la même température qu'au début de l'expérience. Au planimètre on détermine les températures moyennes. Les coefficients superficiels  $h_i$  et  $h_e$  sont mesurés au moyen des comparateurs d'émission et d'absorption mis au point par M. NESSI (fig. 17).

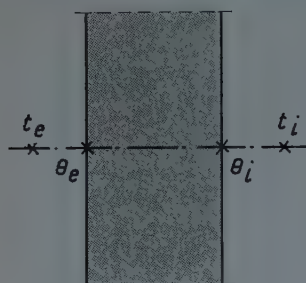


FIG. 17.

Cette méthode, malgré quelques difficultés dans sa mise en œuvre, a le mérite de mettre l'accent sur un fait que trop souvent on veut négliger : les coefficients mesurés en laboratoire ne sont pas ceux qui interviennent en réalité dans les constructions. Pourquoi ? Parce que le matériau a une teneur en eau différente, parce qu'il a « vieilli », ou bien encore parce que les constantes de fabrication ont été changées. Différents pays, tels que l'Angleterre, l'Australie et l'Union Sud-Africaine, ont compris l'importance de ce problème et ont entrepris ces dernières années d'importantes études sur des habitations. Les pays du nord de l'Europe ont entrepris aussi des études climatologiques destinées à déterminer les caractéristiques nécessaires aux habitations pour être confortables.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_e}$$

Posant :

$$R = \frac{t_i - t_e}{\theta_i - \theta_e}$$

$$\lambda = \frac{e(R - 1)}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}}$$

#### Conclusion.

Ce rapide tour d'horizon, incomplet sans doute, vous montre la très grande diversité des méthodes de mesure. Chaque laboratoire a poursuivi l'étude de ses dispositifs de mesure. Les différents matériels ayant été mis à l'épreuve, il importe maintenant de réunir la somme de ces expériences particulières, et d'en sortir une méthode précise et simple à mettre en œuvre. C'est ce travail qui attend la Commission de la R. I. L. E. M. pour les essais thermiques des matériaux.

Sans doute, sera-t-on amené à sélectionner plusieurs méthodes, selon le domaine de température ou la nature du matériau testé. Les méthodes de mesure en régime variable, quoique beaucoup plus délicates à mettre en œuvre, devraient prendre une grande importance pour l'étude des matériaux humides.

Pour les Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, la conclusion peut être tirée dès maintenant.

Lorsque les nouvelles installations de la section thermique seront achevées, nous disposerons de la place nécessaire pour compléter l'appareillage actuel.

Le matériel en service avait été conçu à l'origine pour présenter la plus grande simplicité [44]; cet appareillage de mesure a été perfectionné ces dernières années par M. A. BLANC [10], [11].

Le matériel actuellement en service comprend :

— Un dispositif sandwich pour échantillon de  $50 \times 50$  cm.

— Un dispositif avec plaque auxiliaire pour échantillon de  $20 \times 20$  cm.

A ce matériel, il conviendrait d'ajouter pour l'étude des matériaux humides une méthode de mesure en régime variable : celle de STALHANE et PYK semble la plus simple à mettre en œuvre et à interpréter.

Pour les matériaux réfractaires, il serait nécessaire d'avoir un appareillage spécial résistant aux températures élevées.

#### Bibliographie.

- [1] ROCHA, Synthèse des réponses à l'enquête sur les méthodes de mesure de la conductivité thermique des matériaux de construction. Enquête de la R. I. L. E. M., septembre 1952.
- [2] Definition of Heat Insulating Terms and Methods of Determining Thermal Conductivity and Solar Reflectivity. British Standard Institution.
- [3] Thermal conductivity of materials by means of the guarded hot plate. A. S. T. M. C 117-45.
- [4] FABRY (Ch.), Propagation de la chaleur. Coll. A. Colin.
- [5] DESTABLE (P.), Étude d'une méthode rapide de mesure des coefficients de conductibilité thermique. Annales I. T. B. T. P., n° 86, juillet-août 1949.
- [6] Thermal properties of concrete. Bureau of Reclamation. Denver (Colorado), p. 101 à 112.
- [7] SCHMIDT (E.), Ein neuer Warmeflussmesser und seine praktische Bedeutung in der Wärmeschutztechnik.
- [8] KNOBLAUCH (Osc.) et HENCKY (K.), Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen.
- [9] HEYBERGER (L.), Mesures de la transmission de la chaleur. Bulletins du Laboratoire d'essai du C. N. A. M., nos 14 et 15, 1945.
- [10] BLANC (A.), Les recherches thermiques aux L. B. T. P. Annales I. T. B. T. P., n° 217, novembre 1951.
- [11] BLANC (A.), Les recherches thermiques aux L. B. T. P. Annales I. T. B. T. P., n° 59, novembre 1952.
- [12] SOMERS (E. V.) et CYPHERS (J. A.), Analysis of errors in measuring thermal conductivity of insulating materials.
- [13] BRADLEY (C. B.), The measurement of thermal conductivity of thermal insulating materials by means of the guarded hot plate. Journal of the A. S. R. E., May 1943.
- [14] ALLCUT (E. A.), Thermal conductivity tests and results. Journal of the Inst of Heat and Vent Eng., vol. 17, n° 167, June 1949.



- [15] BABBITT (J. D.), A large scale thermal conductance apparatus used for the testing of building materials. *Canadian Journal of Research*, A 17 : 164-177, 1939.
- [16] CASSAN (H.), VI<sup>e</sup> séance d'études thermiques. *Chaleur et Industrie*, janvier 1937.
- [17] PLUMAT (E.), Mesure de la conductibilité thermique des réfractaires à l'aide d'éprouvettes cylindriques. *Communication au IV<sup>e</sup> Congrès International de Chauffage Industriel*, octobre 1952.
- [18] WEINLAND (C. E.), A method of measuring thermal conductivity at furnace temperature. *Journ. of the Am. Ceramic So.*, juillet 1934.
- [19] RASI (A.), Misura della conduttività termica alle alte temperature. *La Ricerca Scientifica*, 1952.
- [20] HALM (L.) et LAPOUJADE (P.), Note sur la mesure de la conductibilité thermique des produits réfractaires. *Bulletin de la Sté Es. de Céramique*, n° 4, juillet-septembre 1949.
- [21] HAMAKER (H. J.), Technische Warmtegeleidingmetingen. *Durckenj Fa. Schotanus et Jens*, 1939 (Utrecht).
- [22] WEINLAND (C. E.), The celite type high-temperature thermal conductivity apparatus. *A. S. T. M.*, Pa., vol. 37, part. II, 1937 (Philadelphia).
- [23] Appareil de mesure de la conductibilité thermique. *E. M. P. A.*, 1947 (Zurich).
- [24] ROUX (A. J. A.), The measurement of the thermal properties of building materials The thermal conductivity of thin 12" square sample. *South Af. coun. for sc. and Ind R.*, November 1950.
- [25] Thermal conductance and transmittance of built-up sections by means of the guarded hot box. *A. S. T. M.*, C 236 49 T.
- [26] CADIERGUES (R.) et GENEVAY (J.), La conductibilité thermique des matériaux. *Annales I. T. B. T. P.*, n° 52-53, avril-mai 1952.
- [27] VAN GUNST (E.) et VAN ZUILEN (D.), The influence of moisture content on the thermal conductivity of building materials. *Building Research Congress 1951*, Div. 3, p. 94 à 98.
- [28] JESPERSEN (H.), Eugtens indvirkning paa forkellige byggematerialers isoleringsevne. *Teknol. Inst. Varm. Afdeling*, 1951 (Danemark).
- [29] SEIFFERT (K.), Die problematik von Wärmeleitzahlmessungen. *Arch. Gis. Wärmeleck*, 1951 (Allemagne).
- [30] HOBOMH (G.), Moisture content and Heat, insulating properties of building materials. *National Research Council*, 14 décembre 1949 (Canada).
- [31] CLARKE (L. N.) et KINGSTON (R. S. T.), Equipment for the simultaneous determination of thermal conductivity and diffusivity of insulating materials using a variable state method. *Aus. Jour. of Appl. Sc.*, vol. 1, n° 2, p. 172-187, 1950.
- [32] ACLOQUE (P.) et MAYOT (M.), Mesure anticipée de la conductibilité thermique d'un matériau au cours de la mise en régime permanent. *Chaleur et Industrie*, avril 1950.
- [33] DEVIENNE (M.), Influence de l'humidité sur la conduction thermique des corps granuleux. *Journal du C. N. R. S.*, n° 8, 1949 (Bellevue).
- [34] VERNOTTE (P.), Méthode de Stalhane et Pyk. *Chaleur et Industrie*, 1936.
- [35] Professeur VAN DER HELD, Mesure de la conductibilité thermique des solides par une méthode en régime variable. *Bulletin n° 13 de la R. I. L. E. M.*, p. 27, mars 1953.
- [36] HOOPER (F. C.), Transient heat flow apparatus for the determination of thermal conductivities. *Heat pip and Air Cond.*, août 1950.
- [37] HOOPER (F. C.), Development of the thermal conductivity probe. *Heat Pip and Air Cond.*, octobre 1952.
- [38] VERNOTTE (P.), Détermination simultanée de la chaleur spécifique et de la conductibilité thermique des isolants. Méthode du signal. *C. R. Ac. Sc.*, 204 : 563, 1937.
- [39] VERNOTTE (P.), La mesure de la conductivité thermique des conducteurs bons et médiocres par la méthode du signal non imposé. *Chaleur et Industrie*, juin 1951.
- [40] Recherches sur les coefficients caractéristiques de transmission de chaleur des parois des constructions. *Rapport du Comité Technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation*, 1942.
- [41] HENCKY (K.), Ein einfaches praktisches Verfahren zur Bestimmung des Wärmeschutzes verschiedener Bauweisen. *Gesundtsing*, p. 437, 1919.
- [42] LIEBAUT (A.), Interprétation des mesures physiques de conductibilité effectuées sur des matériaux fibreux. *Flamme et Thermique*, juillet 1952.
- [43] VERSCHOOR (J. D.) et GREEBLER (P.), Heat transfer by gaz conduction and radiation in fibrous insulations. *Papers* n° 51, A 54 (Manville N. J.).
- [44] DECOUX (R.), Étude et mesure de la conductibilité thermique des matériaux. *Compte rendu des recherches effectuées aux I. B. T. P. durant les années 1940-1941*, p. 109 à 114.

## CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Je vous remercie de votre communication très documentée et très complète sur les différentes mesures des coefficients de conductibilité. La diversité des coefficients que l'on trouve à la fois dans les ouvrages et dans les notices publicitaires des constructeurs — coefficients sortis d'un laboratoire quelconque — me fait toujours penser à la boutade du regretté DETOEUF concernant les statistiques : « Si une statistique prouve ce que vous avancez, ne demandez pas comment elle a été faite. Par contre, si elle va à l'encontre de ce que vous affirmez, vous prouverez facilement qu'elle est viciée à la base. »

Il était grand temps d'y mettre de l'ordre et c'est ce à quoi s'emploie M. L'HERMITE.

LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS  
SECTION THERMIQUE

CHAUFFAGE PAR LE SOL. TEMPÉRATURES SUPERFICIELLES LIMITES

Par M. J.-C. MARÉCHAL.

AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

M. MARÉCHAL va nous parler maintenant d'un sujet à caractère plus immédiatement pratique.

M. MARÉCHAL, ingénieur-chimiste de formation, s'occupe également de la section thermique des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

C'est à lui qu'a été confiée l'étude des températures superficielles limites en chauffage par le sol. L'an passé, nous avons eu l'occasion de discuter longuement de ces questions et de confronter les conceptions anglo-saxonnes et latines. Peut-être vous rappelez-vous que les Italiens et les Français préconisent une température de 28°, en accord avec certains Allemands et Suisses, alors que les Anglais et les Américains estiment préférable de ne pas dépasser une température de l'ordre de 26°.

Comme la question est d'une importance capitale pour le chauffage par le sol, les Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics ont décidé de reprendre des expériences physiologiques systématiques. Ces expériences n'en sont encore qu'à leurs débuts, mais je voudrais que nous profitions de vos objections et de vos remarques pour perfectionner notre méthode de recherches.

Je dois confesser à M. MARÉCHAL que, depuis que nous avons décidé de commencer ces travaux, j'ai trouvé moi-même pas mal d'objections à notre façon d'opérer et que j'ai essayé de remettre au point une nouvelle méthode. J'ai repris parallèlement des recherches à mon Laboratoire de Saint-Quentin. Je sais que pendant ce temps M. MARÉCHAL était arrivé à des conclusions analogues. Si vous voulez, nous pourrions discuter la question assez longuement.

Dans l'exposé qui va suivre, la physique et la physiologie se trouvent mêlées. De ce fait, je me sens un peu intimidé devant les personnes de cette salle, qui ont suivi pendant des années les très importants travaux de M. le Président MISSENARD sur tout ce qui touche le confort thermique et les échanges du corps humain.

**Température superficielle limite  
dans le chauffage par le sol.**

Le but de cette étude est de déterminer par des mesures, la température du sol pour laquelle la plupart des gens se trouvent à la limite du confort.

Le problème est donc de relier une sensation à une ou plusieurs grandeurs physiques.

La sensation est perçue par la transmission d'un message nerveux aux centres qui régissent la conduite de l'individu. Cette excitation sensorielle est produite dans la sensation thermique par des récepteurs entièrement indépendants, les uns pour le chaud, les autres pour le froid. Ces récepteurs sont situés sous la peau à une profondeur de 0,3 à 0,6 mm pour le chaud et à 0,1 à 0,2 mm pour le froid. Les points froids sont deux à trois fois moins nombreux; leur répartition est très variable suivant les parties du corps (par exemple pour les points froids : visage 11/cm<sup>2</sup>, tronc 9/cm<sup>2</sup>, bras 6/cm<sup>2</sup>, main 4/cm<sup>2</sup>, pulpe des doigts moins de 1 cm<sup>2</sup>).

Les sensations thermiques sont déclenchées au niveau de 32° C de température cutanée par une vitesse de variation liminaire de température de 3 à 4° C par minute, dans

une plage ayant pour niveaux inférieur 27° C et supérieur 39°. Au-delà de ces niveaux critiques la sensation persiste même en l'absence de variation, la stimulation peut donc se faire à un niveau fixe. Si l'on prolonge ces limites, la sensation est caractérisée par une sensation de brûlure (thermalgie) à des niveaux fixes de 10° C et 45° C quelle que soit la température initiale de la peau : cette marge d'intensité sensorielle représente cent cinquante et deux cents fois la valeur liminaire à 30° C qui est de 0,1° C.

Le temps joue un rôle très important dans l'intensité sensorielle. Dans le cas qui nous intéresse (lors d'une stimulation de longue durée), il y a établissement et adaptation, entraînant même des réductions adaptatives qui provoquent jusqu'à la disparition complète de la sensation dans la marge de  $\pm 10^\circ \text{C}$  à partir de la température de la peau; le temps d'adaptation est souvent inférieur à la minute.

L'intensité de la stimulation thermique, au seuil de la stimulation, augmente avec la surface intéressée suivant la loi visuelle de Piper : la quantité liminaire de chaleur est égale au produit de l'intensité par la racine carrée de la surface. Mais, cette loi n'est pas toujours valable à tous les niveaux d'intensité.

Connaissant la valeur liminaire de la sensation et, d'autre part, le seuil différentiel de la sensation, si l'on fait croître l'intensité de la stimulation d'une façon continue, la sensation ne suivra que par saccades; à chaque échelon de sensation correspondra une amplitude d'intensité stimulatrice. Il existe un rapport constant entre cette intensité et la variation minimum qu'il faut faire subir pour que le changement soit senti (loi de Weber). De là, FECHNER a dit que : « la sensation varie comme le logarithme de l'excitation ».



Si

$$S = K \log E \quad \Delta S = K \frac{\Delta E}{E}$$

en considérant égaux les accroissements minima de sensation.

Cette loi n'est valable que pour les excitations moyennes qui nous intéressent. Malheureusement, les résultats de nombreuses expériences montrent que l'unité constituée par l'échelon n'a pas une valeur constante pour des systèmes récepteurs indépendants et l'on n'est pas sûr que, pour un même système, l'unité garde sa valeur constante. Pour ce qui est des méthodes plus directes, le physicien FABRY a déclaré : « s'il nous est possible, sous certaines conditions, de définir des sensations égales, il est impossible de définir directement une sensation double, triple d'une autre ».

La sensation est un résultat d'analyse mentale que nous éprouvons tous et que, d'une façon courante, nous définissons par des mots qui ont une relation plus ou moins exacte avec la sensation et qui n'ont pas la même signification pour tous. Si l'on crée un langage (des échelons ou des valeurs numériques) et que l'on demande une appréciation des intensités, on exige une attitude artificielle difficile à prendre et l'on trouve des oscillations énormes de jugement chez un même sujet et, par suite, des écarts invraisemblables entre plusieurs. Si l'on n'exige plus du sujet la différenciation d'échelons, mais seulement la reconnaissance d'une limite, d'autant plus apparente pour lui, qu'elle commence à être inconfortable, on peut s'attendre à un ensemble de réponses plus précises. Les réponses : « J'ai trop chaud, j'ai froid » seront les limites d'une plage de « confort ».

### Les mesures physiques.

Le critère de la sensation de confort étant établi, on peut envisager de procéder à des mesures. Ces mesures dépendent de nombreux paramètres, entre autres :

#### Paramètres dépendants du local.

Température de l'air, température du sol, hygrométrie de l'air, rayonnement des parois, convection, conduction du sol et diffusivité.

#### Paramètres vêtue.

Nature des chaussures, des vêtements.

#### Paramètres physiologiques.

L'âge du sujet, le sexe, l'état de santé, la nutrition, l'activité et la mobilité des sujets.

#### Paramètres psychologiques.

Éclairement de la pièce, température extérieure et aussi le fait que l'on ait dit qu'il s'agissait d'un test.

Pour simplifier le problème, nous n'avons retenu dans l'énumération, que les principaux paramètres mesurables : températures d'air intérieur et extérieur et température résultante, hygrométrie, température du sol, conduction et diffusivité, la nature des chaussures, l'âge du sujet, l'heure et la date des mesures.

### Dispositif d'essai.

Nous avons réalisé pour cette étude cinq dispositifs identiques, constitués comme suit :

Une résistance chauffante, dont le fil constituait une spirale carrée, avec espacements de fil de 1 cm. La régulation était faite par un thermostat. Ensuite une couche de sable aggloméré de 2,5 cm d'épaisseur, de  $\lambda$  choisi, du métal déployé fines mailles, une dalle de 3 cm de petit béton richement dosé en ciment, choisi très conducteur. Chaque dalle fait  $60 \times 60 \times 7$  cm. Ces dimensions ont été choisies pour satisfaire aux nécessités de déplacement et d'encombrement (disposer les dalles sous la plupart des tables et des bureaux).

Je passe sur les détails, mais on se doute qu'il a fallu choisir les matériaux pour que la maquette, lorsqu'elle est partiellement obturée par les pieds, se comporte à peu près comme un plancher en vraie grandeur.

Des couples étaient scellés en surface de la dalle, d'autres situés dans l'air ambiant, d'autres enfin placés dans la boule d'un thermomètre résultant. Tous ces couples, ainsi que ceux de l'air extérieur, étaient reliés à un potentiomètre enregistreur MECI.

### Les expériences.

Pour une première série d'expériences, nous avons choisi des sujets immobiles, normalement vêtus et assis toute la journée, c'est-à-dire faiblement actifs.

Nous avons interrogé dix-neuf sujets auxquels nous avons procuré, au hasard, deux ou trois fois, des sensations d'inconfort. Les dalles ont été portées à des températures croissantes puis décroissantes. Les températures des surfaces étaient maintenues constantes pendant au moins une journée après chaque variation.

### Les résultats.

Cette étude a été commencée il y a peu de temps; la conséquence est que le nombre des mesures effectuées n'est pas très grand.

Dans les résultats ci-après nous avons consigné toutes les mesures (les distinctions : d'âge, de sexe ou de chaussures des sujets n'ont pas été faites, le nombre de résultats dans chaque catégorie n'étant pas assez élevé). La température de l'air lors des mesures a varié de 17 à 21° C (pas de distinction possible pour les mêmes raisons que plus haut). Nous avons néanmoins tout rassemblé sur le même graphique (fig. 1).

Il est intéressant de voir que, sur la courbe du début d'inconfort, jusqu'à 39° C sur le sol, 50 % des sujets ne semblent pas se trouver dans une situation inconfortable et, à 34° C il n'y a que 10 % de mécontents; à 32° C environ, tout le monde est satisfait.

La superposition des deux courbes « trop chaud » et « confortablement chaud » (cette dernière expression signifiant : j'ai chaud mais c'est très supportable), dévoile que, par exemple, pour 36° C sur le sol il y a 20 % de personnes dans la sensation de confort et 25 % qui se sentent inconfortables; on peut se demander ce que ressentent les autres.

Ceci montre bien que l'échelon de sensation de confort qui précède la sensation d'inconfort n'a pas la même dimension et, de plus, ne se trouve pas au même niveau d'intensité pour tous les sujets, auxquels faits s'ajoutent

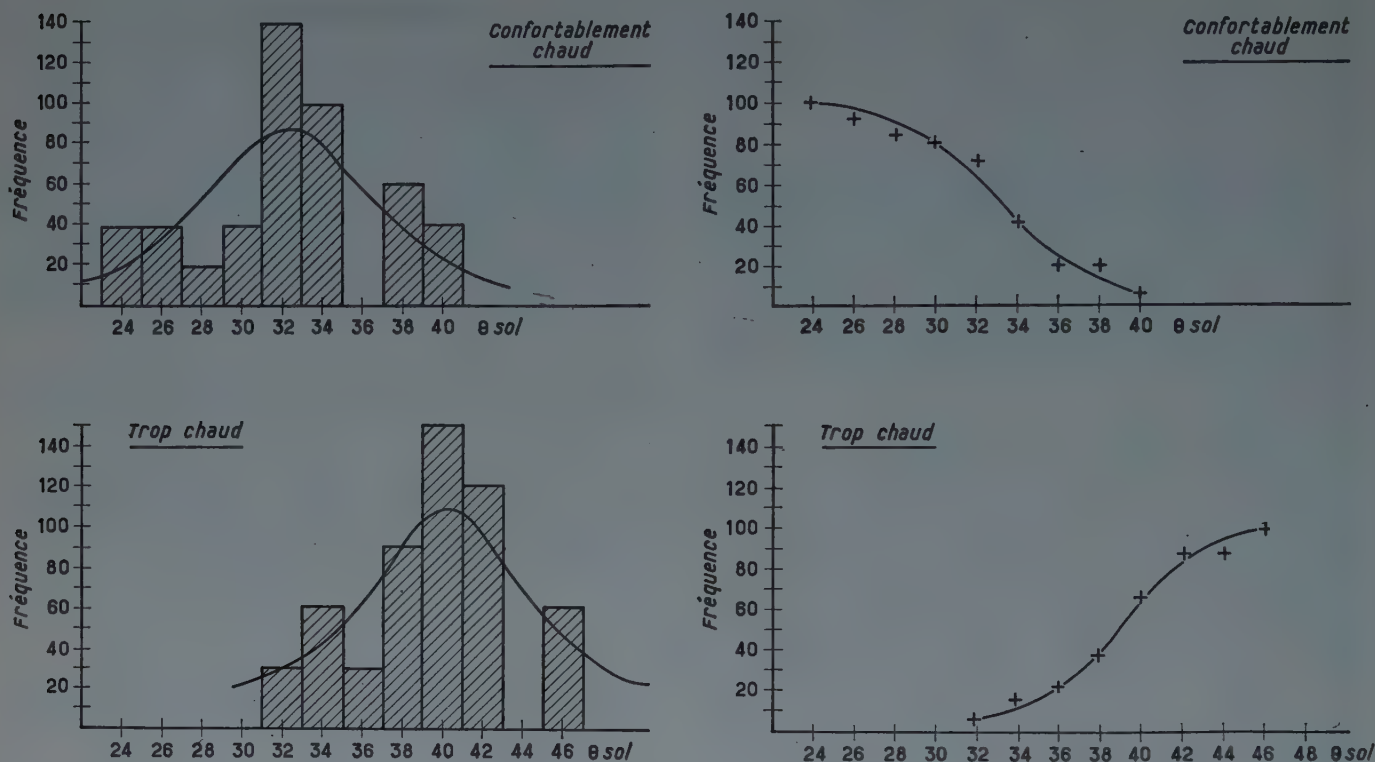


FIG. 1.

les paramètres : température d'air, vêtue, âge, chaussures, etc.

La chaleur de ce début de printemps nous a contraints d'arrêter ces expériences.

Le nombre restreint de sujets interrogés (19), ne nous permet pas de conclure; dès la prochaine saison de chauffage, les recherches seront poursuivies et apporteront les résultats qui compléteront ces courbes.

#### Essai de détermination de la température limite par mesure des flux.

Dans le même cadre, nous avons pensé que la mesure de température de surface du sol n'était peut-être pas suffisante pour définir la sensation de confort. L'homme étant lui-même un appareil thermorégulateur qui tend, entre certaines limites, à maintenir sa température constante, il paraissait intéressant d'évaluer les échanges entre le sol, l'air ambiant et les pieds et espérer déterminer la quantité du flux humain équivalent à la sensation de confort.

A ce propos, ici même l'an dernier, M. A. GINI estimait que, pour réaliser le confort, il fallait essayer d'obtenir autant que possible une uniformité des déperditions du corps humain dans toutes les directions. Il paraît intéressant de chiffrer les déperdi-

tions des pieds et de les comparer à celles des autres parties du corps.

#### Appareillage de mesure.

Nous avons donc construit pour cela des petits fluxmètres.

Ces fluxmètres sont dérivés du principe du fluxmètre de Schmidt. On mesure la différence de température entre les deux faces d'une plaque de  $\lambda$  connu et invariant, on place le fluxmètre en série dans le courant thermique, on déduit le flux de  $\Delta\theta$  par un étalonnage préalable (fig. 2).

Notre fluxmètre a une forme de semelle et a 8/10 de millimètre d'épaisseur totale. Le matériau central, constitué d'acétate de cellulose, a 5/10 d'épaisseur. De part et d'autre sont vingt couples en série constitués de feuilles

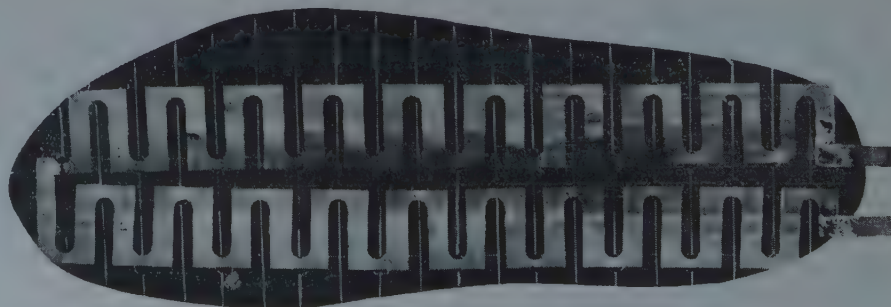


FIG. 2.



de métal de 5/100 de millimètre d'épaisseur. Le tout est recouvert d'une feuille très mince d'acétate de cellulose.

La précision de mesure est très satisfaisante et le K du fluxmètre n'apporte pas de perturbations importantes dans le courant thermique analysé. Nous sommes actuellement en train d'en réaliser de plus minces.

#### Dispositif d'essai.

Le dispositif d'essai était constitué par une petite dalle (une des dalles citées plus haut), avec mesure de température à la surface, un fluxmètre posé sur la surface, un couple posé sur le fluxmètre, le pied posé sur le fluxmètre puis un petit fluxmètre collé au ruban cellulosique sur le dessus du pied et un couple à la surface (fig. 3).

Nous enregistrons la température du sol, la température sous le pied, la température sur le pied, la température de l'air ambiant. Les forces électromotrices des deux fluxmètres étaient mesurées au galvanomètre à miroir.

#### Les résultats.

Nous avons fait trente-huit expériences pour le moment, en faisant varier la température du sol et celle de l'air; mesurant les flux à chaque fois sur le système sol, pied, air était en régime établi.

Le dépouillement des premiers résultats s'est révélé intéressant, tout au moins en ce qui concerne le flux s'échappant par conduction. Le petit fluxmètre n'a pas donné des résultats satisfaisants, du fait de la gêne apportée à l'évaporation à l'endroit de la mesure; donc les mesures des pertes par rayonnement et convection sont

fausses. Nous insistons sur le fait que, jusqu'à présent, les flux n'ont été mesurés que pour la conduction, afin qu'aucune ambiguïté ne se présente dans ce qui suivra. Les flux sont comptés positivement du pied vers le sol, les températures du sol ( $\theta_s$ ) sont prises à la surface de contact fluxmètre-pied, car le pied voit le sol à partir de la surface du fluxmètre et considère celui-ci comme appartenant au sol.

Dans le cas du pied dans la chaussure, le fluxmètre est dans la chaussure, sous le pied. La température sous le pied est celle de la surface du fluxmètre, la résistance thermique de celui-ci s'ajoutant à celle de la chaussure, ce qui en pratique ne change pas grand'chose au K de la chaussure.

D'autre part, afin de réduire les lames d'air susceptibles d'exister et aussi pour avoir une pression constante sur le fluxmètre, les mesures ont été faites, le sujet debout, parfaitement immobile. Dans le cas du pied chaussé, le laçage assurait une adhérence parfaite.

Sans donner de conclusions hâtives, on peut examiner la courbe expérimentale. Le fait qu'un certain nombre de mesures aient été effectuées avec des températures d'air constantes, nous permet de représenter les courbes de flux en fonction de la température du sol (fig. 3).

Les courbes 1, 2, 3, 4 ont été déterminées par des essais faits pieds nus. Nous pensons qu'il était préférable d'abord de mettre le phénomène en évidence sans introduire une variable supplémentaire.

L'examen des courbes révèle que pour une température ambiante de 20 à 26° C, la zone de flux nul serait comprise entre 30 et 32° C de température du sol, température à laquelle se trouve habituellement la surface de la peau du pied, chiffre indiqué par M. CADIERGUES l'an dernier lorsqu'il citait les 3 000 mesures de M. SAIDMAN.

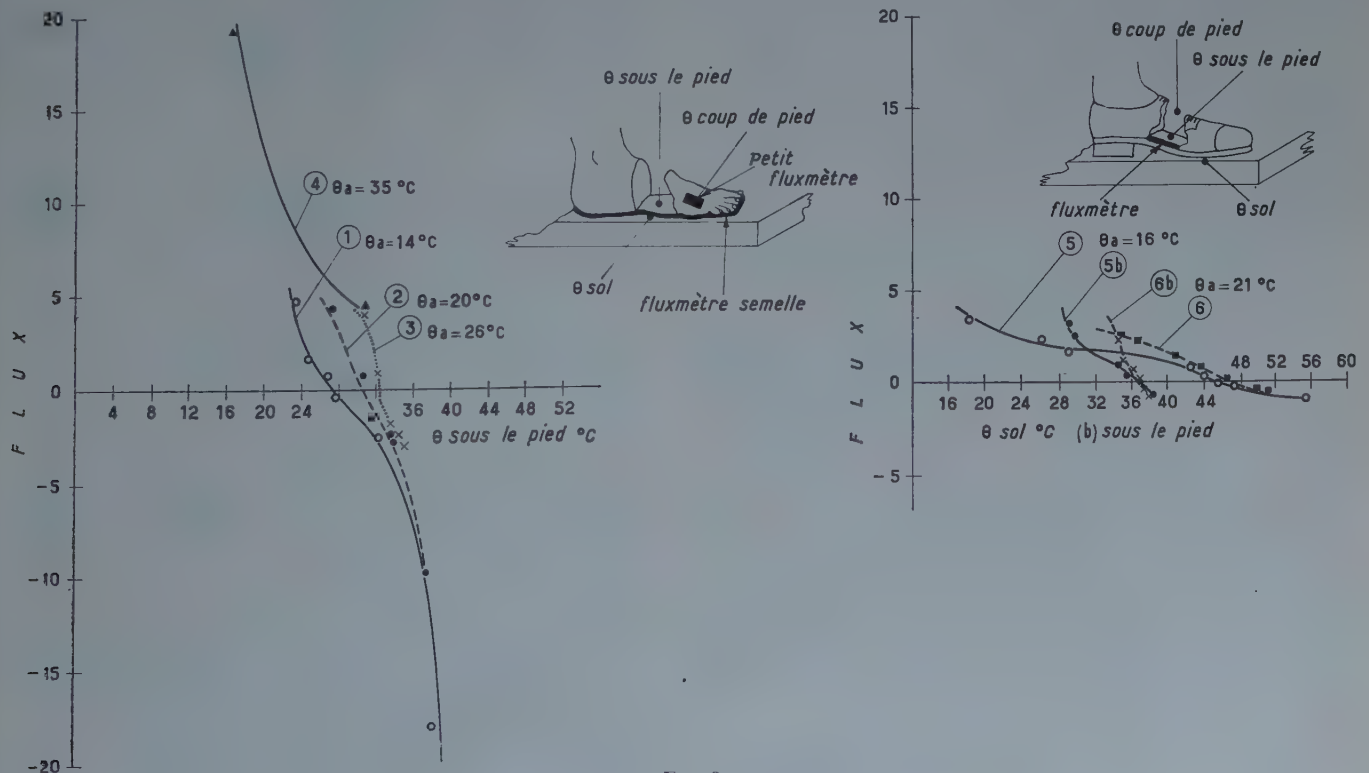


FIG. 3.

Les courbes 5 et 6 ont été effectuées avec des chaussures à semelles de cuir garnies de caoutchouc. Le fluxmètre était sous le pied dans la chaussure.

Lorsqu'on examine ces courbes, obtenues avec des chaussures, on voit que le flux nul est reporté aux environs de 44° C de température du sol; cette température était d'ailleurs très désagréable.

Si on place en abscisse non plus les températures de sol mais les températures sous le pied, le flux nul est situé à 36° C pour le pied. Ceci paraît logique car le pied dans la chaussure applique sur toute la surface de celle-ci, mais la chaussure elle-même n'applique pas entièrement sur le sol (il n'y a que le talon et un peu plus de la moitié de la semelle). Le fluxmètre lui, intègre tous les flux de ces surfaces à différentes températures.

D'un autre côté, à 36° C sous le pied, la sensation de confort était largement dépassée, la limite de confort évaluée en température sous le pied dans la chaussure était d'environ 32° C. Mais, pour  $\theta_s = 32^\circ \text{C}$ , le flux n'est pas nul, il est positif, c'est-à-dire que l'homme déverse de la chaleur vers le sol. Ceci peut être expliqué par la faible surface d'application de la semelle. Le contact

n'étant pas total, le flux venant du sol ne s'oppose pas suffisamment au flux humain.

C'est un aspect de la question; rien ne nous autorise pour le moment à penser que la température de surface du sol provoquant un flux nul, corresponde à la sensation optimum de confort. Toutefois, le cas du pied nu est intéressant : si le flux est nul dans la partie plantaire lorsque celle-ci est à sa température normale de surface, le reste du pied continue de déverser un flux par convection et rayonnement; il est même probable que ce flux soit de l'ordre du flux moyen du reste du corps.

Mais où le problème se complique, c'est dans la chaussure. Le gradient longitudinal dans la chaussure est important, l'évaporation des parties supérieures du pied est gênée et le flux convectif difficile à mesurer. Nous sommes actuellement en train de réaliser un dispositif qui nous permettra d'évaluer les pertes totales de chaleur du pied.

Ces recherches en sont à leur début, de nouvelles mesures sont en cours et nous permettront très bientôt de donner à la profession, sur ce sujet, de solides conclusions.

## CONCLUSION DU PRÉSIDENT ET DISCUSSION

LE PRÉSIDENT. — Je remercie M. MARÉCHAL de son exposé et en tant que Président de la Commission thermique du Laboratoire du Bâtiment, je vais faire mon auto-critique.

Il n'y a aucun doute que la méthode expérimentale à laquelle j'avais donné mon accord n'est pas satisfaisante, et je m'en excuse. Il y a un vice, dans cette méthode, qui explique pourquoi (je ne connaissais pas les résultats, je viens de les voir) on arrive à des valeurs de température trop élevées.

En effet, en étudiant la question de plus près, et en opérant sur différents sujets, en nombre hélas limité, je me suis aperçu que la sensation de chaleur ou d'inconfort pour le pied, n'était pas liée à la seule température de la semelle mais à celle de l'ensemble du pied. Comme l'expérience montre qu'il y a (dans certaines limites) compensation entre la température du dessous du pied et la température de l'ensemble du pied, c'est donc cette température, de l'ensemble de la peau du pied qu'il faudrait faire intervenir. Les échanges de la partie latérale et supérieure du pied ont autant d'importance que ceux de la semelle.

Le rayonnement de l'ensemble du sol intervient donc, si bien que je crois que nous commettons une erreur en n'opérant que sur une petite plaque. En conclusion, les chiffres auxquels vous êtes arrivés doivent être trop forts. Je poursuis des expériences sur un pied en tôle, que j'ai « habillé » de différentes chaussures et que j'ai mis sur divers sols chauffants, en mesurant en différents points, la température (résultante en quelque sorte) à l'intérieur du pied. Les expériences sont en cours, je ne peux pas encore en tirer de conclusions. Ce que je puis dire, par contre, c'est que j'ai soumis un certain nombre de mes collaborateurs, en particulier des femmes, à des expériences physiologiques directes. Ils ne se sont jamais plaints d'une température superficielle de 28° C, et l'ont toujours trouvée très agréable. Je considère qu'en France, le chiffre de 28° C, même de la part de femmes qui ont tendance à se plaindre parce qu'elles ont trop chaud aux jambes (du fait du rayonnement du sol sur ces jambes nues) est accepté très volontiers par des femmes en bonne santé et relativement immobiles puisqu'il s'agit essentiellement de dactylos, qui restent à leur poste, sauf lorsqu'elles vont prendre du courrier. Elles se sentent parfaitement accommodées d'une température du sol de 28° C et on peut considérer, malgré les opinions américaines, que c'est parfaitement tolérable.

D'ailleurs, l'opinion américaine s'explique très bien : les Américains désirent 26° C au sol, parce que la température de l'air

est de l'ordre de 22° C et que la température résultante du pied est accrue par cette température de l'air. Cela explique ce qu'avait dit M. GINI l'an passé et vous aussi M. SQUASSI à savoir que, quand l'air est à température basse, on peut supporter une température du sol plus élevée.

Donc, contrairement aux affirmations de certains groupements de Chauffeurs par rayonnement, je commence à croire que la température du sol peut être augmentée au fur et à mesure que la température de l'air diminue.

\* \* \*

Peut-être avez-vous des observations à faire à ce que nous avons dit, M. MARÉCHAL et moi-même. Nous en profiterons pour perfectionner notre méthode de recherches puisque nous cherchons des résultats valables pour les différentes contrées.

M. MARCQ. — 28° C est-elle une température moyenne ou maximum ?

LE PRÉSIDENT. — Maximum, en tous les points.

M. DUPUIS. — La température que j'ai trouvée en Algérie — je l'ai mesurée dans des établissements — est précisément 28° C.

LE PRÉSIDENT. — Je répète que par des expériences portant sur un certain nombre de personnes, en France, j'ai constaté qu'une température de 28° C était trouvée très confortable pour 18° C résultants alors que, jusqu'ici, nous manquions de renseignements précis parce que, la plupart du temps, on ne mesurait pas la température du sol, mais on se contentait simplement de l'estimer ou de la calculer.

Avez-vous d'autres questions à poser au sujet des différentes conférences faites cet après-midi ?

M. DUPUIS. — Si j'ai bien compris ce que disait M. DAWANCE, on a fait en Amérique, des analogies hydrauliques pour le régime variable dans lequel les capacités calorifiques sont représentées par des tubes et la résistance par des tubes formant réservoir; la température est représentée par une hauteur et la résistance par des tubes capillaires. Cela me fait un très grand plaisir car il y a déjà quelques années j'avais proposé la chose dans un travail pour le C. S. T. B.



## RECHERCHES ÉTUDES ET NORMALISATION

Par M. R. GOENAGA.

### AVANT-PROPOS DU PRÉSIDENT

Nous allons maintenant passer la parole à M. GOENAGA, brillant Ingénieur des Arts et Manufactures, dont les travaux en matière de conditionnement d'air et de séchage sont très appréciés en France et à l'étranger.

Il est en particulier l'animateur des études poursuivies par le Syndicat des Constructeurs et ce sont ces travaux qu'il va nous exposer. Ce serait faire offense au renom de M. GOENAGA que de m'attarder à sa présentation.

#### Introduction.

Le but de cette communication est d'attirer l'attention sur les résultats à notre avis fort encourageants, obtenus par le Syndicat des Constructeurs de Matériel de Ventilation, Chauffage et Conditionnement d'air, sur le plan de la recherche et de la normalisation.

Une heureuse évolution aboutit de nos jours à concevoir qu'une profession représentée par son Syndicat a un service à rendre à la collectivité et qu'elle doit le rendre dans les meilleures conditions possibles.

Le rôle primordial du Syndicat est d'aider ses adhérents dans cette voie :

En définissant exactement la nature du service rendu ;

En fixant les moyens permettant de s'assurer de la qualité de ce service ;

En aidant les entreprises à améliorer sans cesse cette qualité.

La manière dont un Syndicat peut remplir cette tâche dépend essentiellement de la nature du service et nous ne nous occuperons ici que des Syndicats qui, comme le nôtre, fabriquent du matériel d'équipement.

La première tâche technique d'un Syndicat de constructeurs de matériel d'équipement est d'établir des règles concernant ce matériel, règles dont le plan général est le suivant :

1<sup>o</sup> Terminologie et classification mettant de l'ordre dans un vocabulaire généralement disparate.

2<sup>o</sup> Définition des caractéristiques. Toute machine est caractérisée par un certain nombre de grandeurs mesurables qui permettent de juger de ses possibilités d'utilisation. Il faut les définir avec soin pour éviter toute confusion dont l'acheteur fait généralement les frais. La recherche de l'amélioration des caractéristiques est un des éléments les plus efficaces de compétition entre constructeurs. C'est en tout cas le plus loyal.

3<sup>o</sup> Description des méthodes d'essais permettant de vérifier les caractéristiques et par conséquent les garanties données à l'acheteur.

A qui le Président d'un Syndicat va-t-il confier le soin d'élaborer de telles règles ? Un fin lettré pourra sans doute débrouiller le vocabulaire. Un bon technicien de la profession saura définir les caractéristiques. Quant aux méthodes d'essais, rares seront ceux qui voudront tenter de les établir et plus rares encore ceux qui y parviendront. La seule solution possible est de former une Commission technique réunissant les ingénieurs les plus réputés de la profession.

L'expérience a montré que le travail en équipe de spécialistes appartenant à des entreprises différentes était extrêmement efficace. Rapidement chaque membre de la Commission réalise qu'il ne se trouve plus en face de représentants de maisons concurrentes, mais qu'il est associé à des ingénieurs, dont il apprécie la compétence, en vue de la réalisation d'un travail d'intérêt général.

L'élaboration de certaines règles pose des problèmes purement scientifiques, relevant de la compétence de professeurs de l'enseignement supérieur. Nous avons eu l'heureuse fortune de trouver dans le corps professoral des concours extrêmement précieux et nous avons pu constater avec quelle aisance un professeur s'intégrait à une équipe d'ingénieurs.

Pour illustrer la méthode de travail que nous venons d'exposer nous commencerons par décrire avec quelques détails, l'élaboration des règles concernant les ventilateurs, puis nous donnerons rapidement un aperçu sur l'état d'avancement des autres règles en cours d'étude à la Commission technique de notre Syndicat.

#### Règles des ventilateurs <sup>(1)</sup>.

C'est en 1941 que les membres composant la Commission technique des ventilateurs furent désignés et commencèrent leurs travaux. Il y eut une interruption entre 1944 et 1948. Il a donc fallu sept années pour mener à bien ce travail. Une commission technique ne peut par travailler vite ; les ingénieurs qui la composent sont, en

(1) Elles sont en vente à la S. E. D. O. M., 10, avenue Hoche, Paris.

effet, fort occupés dans leurs entreprises. Quelques-uns ne sont pas parisiens et il a paru difficile de les réunir plus d'une fois par mois.

Le travail de la Commission commença par la normalisation du vocabulaire. Le premier mot adopté fut évidemment « ventilateur » avec cette définition « turbomachine recevant de l'énergie mécanique qu'elle utilise pour entretenir le mouvement du fluide gazeux qui la traverse ». Citons, à titre d'exemple, l'arbitrage rendu pour désigner le collecteur entourant la roue du ventilateur. Les mots employés dans diverses entreprises étaient au nombre de cinq : volute, escargot, colimaçon, huche et bache. Ce fut le mot « volute » qui fut choisi.

Fort longue et fort animée fut la discussion sur les unités de mesure à adopter dans les règles. La commission était partagée presque à égalité entre deux tendances. Celle qui souhaitait l'adoption du système MTS qui est le système légal en France et celle qui voulait s'en tenir à la tradition représentée par le système MKS. C'est la première tendance qui eut gain de cause en sorte que dans les règles, les débits sont exprimés en mètres cubes par seconde, les puissances en kilowatts et non pas en chevaux. Quant aux pressions, il eut été logique de les compter en piézes. Toutefois, considérant que les constructeurs et les utilisateurs de ventilateurs avaient depuis fort longtemps pris l'habitude d'exprimer les pressions en millimètres de colonne d'eau, constatant que l'adoption de la piéze valant 102 mm de colonne d'eau, apportait un changement profond dans les habitudes, la Commission adopta comme unité de pression la centipéze, égale à 2 % près au millimètre de colonne d'eau. Ce choix a provoqué l'apparition dans les formules de certaines puissances de 10 qui déparent un peu l'élégance du système. Le diviseur 75 a heureusement disparu des formules où figure la puissance.

Nous avons constaté avec plaisir que les Français s'accommodaient sans difficulté de la centipéze comme unité de pression des ventilateurs. L'hectopéze était en effet entrée dans les mœurs depuis plusieurs années dans notre pays. Nos voisins de langue française, belges et suisses ont par contre été fort étonnés de cette initiative. Nous leur conseillons vivement de s'habituer au manie-ment du système MTS qui les préparera à l'adoption du système MKAS ou système Giorgi qui est incontestable-ment le système d'unités international de l'avenir.

Disons deux mots de la discussion qui marqua la définition d'une des caractéristiques des ventilateurs : la pression. C'est la différence algébrique des *pressions totales* moyennes à la bride de refoulement et à la bride d'aspiration. L'expression « pression totale » désigne une grandeur qui est homogène à une pression mais qui n'est pas une pression. C'est exactement une énergie par unité de volume. Elle est la somme de deux termes : une pression proprement dite  $p$  qui peut être considérée comme une énergie potentielle par unité de volume et une éner-gie cinétique  $\frac{\rho V^2}{2}$ . Dans certains ventilateurs utilisés sim-plement pour le déplacement de l'air, le premier terme est nul et seul subsiste le second qu'il est illogique d'appeler « pression ». Un membre de la Commission proposait l'abandon du mot pression et l'adoption de « souffle ». Il ne fut pas suivi.

Nous en arrivons maintenant à la pièce maîtresse de ce travail; au choix des méthodes d'essai des deux carac-téristiques principales : le débit et la pression.

La Commission commença par peser les avantages et les inconvénients des différentes méthodes en usage tant dans certaines administrations françaises qu'à l'étran-

ger, espérant pouvoir adopter l'une d'entre elles. Il n'en fut rien et il fallut pour les raisons que nous allons indiquer rapidement, créer une méthode nouvelle.

Les méthodes étrangères sont toutes établies sur le même principe. Un ventilateur aspirant à l'air libre, souffle dans un conduit cylindrique droit de diamètre  $D$  et de section égale à celle de la buse de refoulement. Un dispositif de réglage du débit est prévu en bout du conduit. Les mesures de débit et de pression totales sont effectuées au moyen d'une sonde de Pitot dans une section située à une certaine distance de la buse de refoulement.

L'expérience montre, en effet, l'impossibilité de réaliser des mesures correctes dans la buse même. L'écoulement de l'air y est tumultueux et les pressions indiquées par la sonde de Pitot ont des fluctuations beaucoup trop grandes pour qu'il soit possible de déterminer une valeur moyenne. Il faut donc reporter les mesures assez loin de la buse dans une section où l'écoulement ait eu le temps de se tranquilliser. La distance de la section d'essai à la buse est évidemment arbitraire et varie de 6  $D$  dans les méthodes anglaises et allemandes à 7,5  $D$  dans la méthode américaine.

La valeur du débit est déduite de la mesure de la vitesse moyenne. La norme américaine prévoit la décom-position de la section d'essai en cinq espaces annulaires, et la mesure de la pression dynamique avec une sonde de Pitot sur deux diamètres perpendiculaires. Il faut donc faire vingt mesures de pression dynamique, calculer les vitesses correspondantes et leur moyenne pour obtenir une valeur du débit.

La pression totale est mesurée dans la même section, toujours avec la sonde de Pitot branchée sur un mano-mètre donnant la pression totale. Il faut encore faire la moyenne de vingt lectures et ajouter au résultat obtenu la perte de charge calculée entre la buse de refoulement et la section de mesure pour obtenir la valeur corres-pondante de la pression totale.

La seule méthode française homologuée était celle de la Marine nationale. Elle prévoit l'utilisation d'un grand caisson de dimension suffisante pour que la vitesse de l'air y soit négligeable quant à ses effets sur les mesures de pression. Le ventilateur à essayer aspire à l'air libre et refoule dans le caisson au moyen d'un long diffuseur conique à 7° d'angle au sommet. Le caisson est muni d'un orifice dont on peut faire varier la section. On effectue une seule mesure; celle de la pression statique régnant dans le caisson. Connaissant le coefficient de débit de l'orifice, il est facile d'en déduire le débit du ventilateur. La pression totale dans la buse de refoulement est égale à la pression statique mesurée, augmentée de la pression dynamique à l'extrémité du diffuseur et de la perte de charge dans ce diffuseur. Ces deux termes correctifs sont faibles et sont calculés.

Les avis de la Commission technique sont résumés dans le tableau suivant :

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Méthodes étrangères.	Appareillage simple.	Trop grand nombre de mesures. Mesures imprécises.
Méthode de la Marine.	Une seule mesure. Mesure précise.	Appareillage trop encombrant.



Un membre de la Commission proposa une solution qu'il avait déjà expérimentée avec succès mais qui demandait à être mise au point : la méthode du caisson réduit.

Le ventilateur à essayer aspire à l'air libre et refoule dans un diffuseur à 7° terminé par une partie cylindrique remplaçant le caisson de la Marine. Un orifice de section réglable est pratiqué dans le fond de ce caisson réduit. Les mesures du débit et de la pression totale peuvent se déduire encore d'une seule mesure de pression statique à condition de connaître avec précision :

1° Le coefficient de débit de l'orifice;

2° La perte de charge dans le diffuseur.

Cette méthode fut adoptée en principe et la Commission examina dans quelles conditions il lui serait possible de faire exécuter des essais en vue d'obtenir les valeurs expérimentales précédentes. Le professeur FORTIER qui, à cette époque, professait la Mécanique des Fluides à l'Institut Polytechnique de Grenoble et qui disposait d'un laboratoire bien aménagé, fut pressenti et accorda son précieux concours à la Commission. Ceux d'entre vous qui voudront se faire une idée du travail expérimental considérable qu'il fallut effectuer, liront avec fruit le compte rendu partiel qu'en fit M. COTTIGNIES, assistant du professeur FORTIER dans : Contribution à l'étude des pertes de charge singulières. *Publication scientifique et technique du Ministère de l'Air*, n° 231, 1949.

Avant d'abandonner cet historique du travail nécessité par la rédaction des règles concernant les ventilateurs, nous voulons encore signaler une difficulté qui a été résolue élégamment grâce encore au concours du professeur FORTIER. Les ventilateurs courants créent des pressions suffisamment faibles pour qu'il soit possible de négliger les variations de masse volumique du fluide qui les traverse. Il existe, toutefois, des ventilateurs dits à haute pression pour lesquels cette simplification n'est plus possible. Les normes étrangères appliquent à ces ventilateurs les mêmes règles d'essai que celles des compresseurs. Or celles-ci sont manifestement mal adaptées. Grâce à des hypothèses et à des artifices de calcul exposés en annexe à la fin des règles, il a été possible d'employer pour l'essai des ventilateurs haute pression, exactement le même appareillage que pour les ventilateurs ordinaires, les formules donnant les débits et la pression étant seulement complétées par un coefficient de correction donné par un graphique.

Quelle précision peut-on attendre d'une méthode nouvelle dont les esprits chagrins pourraient dire qu'elle n'a pas fait ses preuves ? Nous pensons que, lorsque les mesures sont faites avec soin sur un ventilateur dont le régime pulsatoire est peu accentué, le débit peut être obtenu à 2 % près. La vérification suivante a été faite.

Deux ventilateurs de série provenant de deux constructeurs différents ont été essayés successivement avec la méthode de la Marine et avec celle du caisson réduit. Les courbes caractéristiques obtenues se superposent remarquablement.

Si l'on effectue deux essais consécutifs d'un même ventilateur en utilisant l'une des méthodes étrangères précédemment décrites, l'expérience montre qu'il n'est pas possible de superposer exactement les courbes obtenues, les moyennes des seize mesures n'étant jamais exactement les mêmes.

Lorsque la rédaction des règles fut terminée, la Commission les soumit aux fabricants de ventilateurs et aux

principaux utilisateurs. Des remarques judicieuses furent enregistrées et le texte actuel en tient compte.

### **Autres règles étudiées par la commission technique.**

Pour assurer l'unité de vue nécessaire, il fut décidé que toutes les Commissions techniques auraient — à de rares exceptions près — un président et un secrétaire communs.

#### **Règles concernant les séchoirs.**

Une Commission composée d'ingénieurs spécialisés dans le calcul et la construction des séchoirs fut constituée à la même époque que celle des ventilateurs.

Le travail relatif aux séchoirs était beaucoup moins complexe que celui concernant les ventilateurs, aussi la Commission termina-t-elle sa tâche beaucoup plus rapidement. Les règles furent soumises aux constructeurs spécialisés puis remises à l'AFNOR qui procéda à l'enquête publique habituelle. Elles sont maintenant homologuées et vous pouvez les acquérir à l'AFNOR pour les consulter. Elles portent le n° NF E 33-011.

#### **Règles concernant les générateurs d'air chaud.**

Vous n'ignorez pas le développement qu'ont pris les générateurs d'air chaud, nommés aussi calorifères, utilisés pour le chauffage des locaux industriels et des habitations. Ces appareils doivent être construits avec soin car l'échange de chaleur se fait entre des surfaces métalliques portées généralement à haute température. Il a donc été décidé de créer une marque de qualité pour ces appareils, marque s'appuyant sur des règles de construction et d'essais très précises.

Notre Syndicat a réuni une Commission technique composée d'ingénieurs spécialisés et les chapitres suivants :

Terminologie et classification;  
Appareillage de protection;  
Définition des caractéristiques;  
Règles de construction;

ont été rapidement élaborés.

La Commission a pensé qu'il était préférable de rédiger un chapitre : « description des méthodes d'essais » pour chacun des générateurs suivants :

A combustible solide;  
A combustible liquide;  
A combustible gazeux.

Le texte concernant les générateurs à combustible solide est sur le point d'être terminé par la Commission, celui qui vise les générateurs à combustible gazeux a été établi en liaison avec l'A. T. G. et il est actuellement soumis à l'AFNOR.

Les essais de réception des appareils seront effectués au laboratoire de l'A. T. G. pour les générateurs à combustible gazeux, au laboratoire de l'O. C. C. R. pour les autres générateurs.

#### **Règles concernant les brûleurs automatiques à combustible solide.**

La Commission technique vient de terminer le texte de ces règles. L'enquête auprès des principaux utilisateurs va être entreprise incessamment.

**Règles concernant les brûleurs automatiques à combustible liquide.**

Il s'agit pratiquement des brûleurs à mazout utilisés en chauffage central. La Commission technique réunie par le Syndicat a décidé, dès l'origine, de travailler en liaison avec le Centre du Mazout. D'un commun accord il a été prévu de créer une marque de qualité s'appuyant sur des règles qui ont été rédigées, soumises à l'AFNOR, lequel a établi un projet de norme des brûleurs à combustible liquide (P R E 31-301).

Les essais des brûleurs seront effectués au Centre National de la Recherche Scientifique à Bellevue dans un laboratoire qui a été organisé avec l'aide de l'Institut Français du Pétrole et du Centre du Mazout.

**Règles concernant les dépoussiéreurs et les filtres.**

La Commission des dépoussiéreurs a demandé dès l'origine, l'aide du laboratoire du Bouchet. M. l'Ingé-

nieur AVY, a bien voulu accepter de faire partie de la Commission.

Les chapitres concernant la terminologie et la classification ont été rédigés ainsi que celui qui a trait à la définition des caractéristiques.

La Commission travaille actuellement à la rédaction des règles d'essais des appareils. Elle a été aidée dans cette tâche par les études qui ont déjà été faites à l'étranger en particulier aux U. S. A., en Angleterre et en Allemagne.

\* \*

Nous achevons ici notre tour d'horizon. Qu'il nous soit permis de souhaiter en terminant, que les résultats que nous avons obtenus, décident les professions encore hésitantes à s'engager dans la voie de la recherche en commun.

**CONCLUSION DU PRÉSIDENT**

*Je remercie, au nom de la profession, M. GOENAGA de son exposé et je le félicite des résultats qu'il a obtenus au sein de son Syndicat dont il est l'âme technique.*

*Du point de vue scientifique, je lui signale qu'étant à Bruxelles récemment, j'ai eu l'occasion de bavarder avec les ingénieurs belges et, en particulier, M. HERMANN, au sujet de ce problème du dépoussiérage. Je ne sais si vous êtes en liaison avec les Organismes belges mais ils semblent très préoccupés par la question.*

M. MARCQ. — *Il n'y a pas encore d'études officielles en cours à ce sujet, mais des études particulières.*

M. GOENAGA. — *Un des membres de notre Commission, M. MULHRAD doit faire une conférence à Bruxelles sur ce sujet et il a l'intention de dire où nous en sommes dans la Commission des dépoussiéreurs.*

M. MARCQ. — *Ce sera très intéressant.*



# VISITE DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE, VENTILATION ET CONDITIONNEMENT D'AIR RÉALISÉES DANS LE BATIMENT DU CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL A NOGENT-SUR-MARNE

EXPOSÉ DE M. MARCON

## *Avant-propos.*

Le Centre Technique Forestier Tropical, dans lequel je suis heureux de vous accueillir, a été construit de 1948 à 1951. C'est un établissement consacré aux recherches techniques sur les bois tropicaux. Son principal travail consiste à déterminer les emplois auxquels peuvent servir les nombreuses variétés de bois, produites dans les forêts de nos territoires d'Outre-Mer et les moyens de les mettre en œuvre. Nous avons demandé que tous nos locaux soient chauffés, que nos laboratoires soient ventilés et que des conditions spéciales de température et d'hygrométrie soient réalisées dans deux pièces où devaient avoir lieu des essais mécaniques sur le bois et sur le papier et dans trois autres pièces où devaient être maintenus en activité des insectes, des termites et des champignons susceptibles d'attaquer les bois.

### 1<sup>o</sup> Pièce consacrée aux essais mécaniques de bois.

La division de technologie effectue des mesures de résistance mécanique des bois tropicaux. Ces résistances varient beaucoup avec le taux d'humidité du bois. Aussi a-t-on décidé de faire tous les essais à un taux déterminé pour que les résultats soient comparables entre eux. On a adopté le taux de 15 %. Ce taux correspond à l'équilibre hygroscopique du bois avec une atmosphère de 21° et 72 % d'humidité. On a donc demandé aux Établissements Tunzini de conditionner la salle de stockage des bois, de telle sorte que la température et l'humidité soient constamment maintenues à ces valeurs. Les échanges d'humidité entre le bois et l'atmosphère sont suffisamment lents pour que des variations d'humidité de l'ordre de 4 % soient admissibles pendant des périodes ne dépassant pas une heure.

### 2<sup>o</sup> Pièce consacrée aux essais de papiers.

Le laboratoire de la Régie Industrielle de la Cellulose Coloniale utilise une salle conditionnée, d'une part pour l'étude des échantillons de papier obtenus sur place à partir de divers bois feuillus tropicaux, d'autre part pour le contrôle des papiers reçus de l'usine pilote située en Côte d'Ivoire.

La détermination des caractéristiques papetières est assez délicate. En effet, chaque échantillon subit de nombreux tests qui sont chacun fortement influencés par l'état hygrométrique de l'air ambiant. Alors qu'un

papier légèrement humide résiste bien aux efforts de déchirure et mal aux efforts de traction ou de perforation, un papier très humide par contre n'a plus aucune résistance.

Les résultats enregistrés varient dans de très larges proportions pour un faible écart du degré hygrométrique. Il a donc été nécessaire de normaliser les conditions d'étude pour conserver toute leur valeur aux résultats trouvés, tant au point de vue recherches qu'au point de vue commercial.

La normalisation a prévu des conditions moyennes, c'est-à-dire 65° hygrométriques et 20° C.

Ce sont donc ces conditions qui ont été imposées à l'entrepreneur.

### 3<sup>o</sup> Pièces consacrées à l'entretien en état d'activité de divers agents d'altération des bois.

La division de préservation des bois tropicaux s'occupe des altérations des bois exploités et mis en œuvre (pathologie des bois). Les organismes qui menacent les bois sont des insectes et des champignons. Ces êtres vivants ne se développent et ne sont actifs que dans des conditions bien déterminées parmi lesquelles la température et l'hygrométrie jouent un rôle très important.

Il a donc été nécessaire de reproduire les conditions du milieu naturel (souvent tropical). Dans certains cas même, nous avons cherché à obtenir un développement accéléré des organismes d'altération et de leurs dégâts.

Les conditions exigées à cet effet dans les trois pièces sont les suivantes :

a) Pièce consacrée à l'élevage des lyctus : 25° C et 75 % d'humidité relative devant maintenir l'intérieur des bois à un taux d'humidité de 12 à 15 %;

b) Pièce consacrée à l'élevage des termites : 27° et une humidité relative de 80 à 90 %, pour assurer de bonnes conditions de travail à ces insectes, les plus dangereux pour les bois;

c) Pièce consacrée à l'élevage des champignons : l'hygrométrie, dans cette pièce, doit être poussée au maximum pour que le milieu interne du bois atteigne et conserve une humidité supérieure à 20 %. Le ruissellement peut être demandé sur les parois et l'air admis est stérilisé par une lampe germicide pour éviter le développement excessif des pénicillium et autres moisissures. La température est de 26° pendant le jour et de 24° pendant la nuit.

## RÉPONSE DE M. B. TUNZINI

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

*Je tiens à vous remercier de votre extrême obligeance pour, d'une part, nous avoir permis d'organiser cette visite — ce qui n'est certainement pas sans contrarier vos travaux — et d'autre part, pour nous avoir exposé les raisons profondes de ces installations. Je dois dire qu'alors que dans notre pays on a un peu trop tendance actuellement à croire que la vérité ne peut venir que de l'est ou de l'ouest, il est extrêmement réconfortant de voir des chercheurs, sous votre direction, se livrer à des recherches positives extrêmement utiles, qui permettront à notre pays de marquer sa place au soleil. Merci encore, monsieur le Directeur.*

Mesdames, Messieurs, les installations que vous allez visiter, en fait, se composent essentiellement d'installations que l'on rencontre habituellement : chauffage de locaux

*habités, comme cette salle, installations de ventilation courante et surtout une installation assez complexe de climatisation destinée à répondre aux buts qui vous ont été précisés.*

*L'installation se présente de la façon suivante : une centrale de production de chaleur et une centrale frigorifique qui distribuent, suivant les besoins, le fluide chaud ou le fluide froid aux différents appareils de l'installation.*

*J'ai demandé à deux de mes collaborateurs M. E. RELIER qui dirige notre service conditionnement d'air et M. GARREC qui est ingénieur, de vous exposer eux-mêmes les problèmes qu'ils ont eu à résoudre, car j'estime qu'ayant été à la peine, ils ont des raisons d'être un peu à l'honneur aujourd'hui. Je pense aussi que, pour de jeunes ingénieurs, c'est une occasion, dans ces manifestations internationales, de montrer leur personnalité.*

## EXPOSÉ DE M. RELIER

### Avant-propos.

Le Ministère de la France d'Outre-Mer a fait aménager, sous la direction de M. ROUX-SPITZ, architecte, un bâtiment destiné aux services du Centre Technique Forestier Tropical, pour l'étude de problèmes intéressant la vie dans les colonies.

Ce bâtiment a été construit à Nogent-sur-Marne, à l'Institut National d'Agronomie Tropicale.

Le but de cet exposé est d'examiner les problèmes intéressant le chauffage, la ventilation et le conditionnement d'air, qui se sont posés à l'occasion de cette réalisation.

Nous examinerons tout d'abord les problèmes posés par les usagers au spécialiste, puis les différentes solutions retenues. Enfin, nous décrirons rapidement les différents types d'installations réalisées.

Il y a lieu d'examiner tout d'abord quelles fonctions devait assurer le bâtiment; les problèmes posés en découlant naturellement.

### A. — Les différentes natures de locaux.

Le bâtiment comporte :

1° Des locaux généraux administratifs :

- Bureaux;
- Appartements;
- Salle de conférences;
- Bibliothèque.

2° Des laboratoires de chimie et de physique.

Les laboratoires de la cellulose, où les machines installées sont bruyantes, ont été aménagés indépendamment du reste de la construction et ont été dénommés « locaux insonorisés ».

3° Des salles à climat artificiel, permettant de créer, suivant les locaux, des climats européens ou tropicaux nécessaires aux études poursuivies.

### B. — Les problèmes posés et leurs solutions.

#### 1° Locaux généraux.

Pour ces locaux se posait uniquement le problème de chauffage d'hiver, les besoins de ventilation en été étant assurés par les larges ouvertures prévues dans la construction.

C'est un chauffage par rayonnement de sol qui a été réalisé, sans apport d'air de ventilation mécanique.

Toutefois, la bibliothèque et la salle de conférences sont desservies par un circuit de ventilation, de façon à assurer le débit d'air extérieur nécessaire aux occupants.

#### 2° Laboratoires.

Dans les laboratoires, il était nécessaire d'assurer, d'une part le chauffage en hiver, d'autre part une ventilation en toutes saisons, permettant d'évacuer des locaux, les mauvaises odeurs éventuellement dégagées lors des travaux.

Dans les laboratoires de chimie, le taux de ventilation correspond à cinq à dix renouvellements horaires; dans les laboratoires de physique, il correspond à deux à trois renouvellements.

Le chauffage est assuré, de la même façon que dans les locaux généraux, par des panneaux rayonnants de sol, capables d'assurer les températures imposées en l'absence de tout autre équipement.

Les extractions d'air nécessaires sont assurées par des ventilateurs indépendants reliés à des sorbonnes.

L'air extrait est compensé par de l'air réchauffé et humidifié fourni par deux aérothermes desservant l'ensemble des laboratoires, les salles de collections et de conférences.

Un de ces aérothermes dessert uniquement les locaux insonorisés.

Il est à noter que, pour éviter des sensations de courant d'air froid, la température de soufflage de l'air de compensation a été choisie aux environs de 23° C. Pour éviter la surchauffe des locaux, consécutive à l'introduction de l'air chaud, la mise en route des installations de ventilation détermine automatiquement l'isolement d'une partie des panneaux rayonnants.



### 3° Salles à climat artificiel.

Ces salles, au nombre de cinq, comportent :

— Deux chambres à climat européen, où les conditions à maintenir sont de 20°C 65 % et 20°C 72 %.

— Trois chambres à climat tropical.

Une chambre d'essais d'échantillons de bois doit pouvoir être réglée au choix des usagers entre 23 et 27°C, l'humidité restant de 70 %.

La chambre d'élevage des termites doit pouvoir être maintenue entre 25 et 30°C, l'humidité étant choisie pour une valeur quelconque de la température dans les limites ci-dessus, entre 65 et 80 %.

La troisième chambre, à climat tropical, est destinée à étudier l'attaque du bois par les champignons, l'humidité doit y être constante à 90 %, la température variant automatiquement de 22°C la nuit (20 h à 8 h) à 26°C le jour (8 h à 20 h).

#### Construction.

Le volume et la construction des chambres ont été déterminés par le soin de réduire les frais d'installation et d'exploitation, tout en permettant l'étude à une échelle convenable.

Le volume des salles à climat européen est de 60 m<sup>3</sup> environ, celui des chambres à climat tropical varie de 16 à 28 m<sup>3</sup>.

Ces chambres ont été très soigneusement calorifugées, de telle sorte que les apports intérieurs étant très faibles, les conditions prévues ont pu être réalisées en limitant à 8,5 m<sup>3</sup>/h le volume d'air traité.

Dans la chambre à climat européen, située au rez-de-chaussée et soumise à l'influence des variations extérieures, le débit d'air traité correspond à 30 m<sup>3</sup>/h.

La nécessité de respecter l'indépendance totale des chambres et la diversité des conditions à y réaliser, à un même moment, ont conduit à traiter chacune d'elles par une installation indépendante.

Chaque chambre est desservie par un climatiseur propre qui comporte, dans un appareil monobloc, tous les organes permettant d'assurer le réchauffage, l'humidification, le refroidissement et la déshumidification.

Pour des facilités d'exploitation, les climatiseurs ont été groupés dans une salle des machines commune, abritant également l'équipement de production d'eau glacée.

### C. — Description des installations.

#### 1° Panneaux rayonnants.

Ce sont des panneaux classiques, constitués par des tubes d'acier enrobés dans une dalle en béton, rapportée sur la dalle de construction, et alimentés en eau chaude à 50°C maximum.

Il est à noter que certains revêtements de sol sont constitués par du parquet normal de 25 mm, posé avec interposition d'un joint de liaison sur la dalle d'enrobage.

### 2° Équipements d'extraction.

Les extractions sont réalisées par aspiration dans des sorbonnes placées sur les postes de travail. Ces sorbonnes sont reliées par des gaines en Eternit à des ventilateurs centrifuges en grès.

### 3° Installations de ventilation.

Ces installations travaillent entièrement en air neuf, sans reprise, sauf dans la salle de conférences et la bibliothèque.

L'une des installations dessert les locaux insonorisés.

Le traitement de l'air est assuré dans un aérotherme comportant, en plus des ventilateurs centrifuges, un filtre à air, une batterie de chauffe à eau chaude, en deux rideaux alimentés séparément et une rampe d'humidification.

Les groupes de ventilation sont mis en route automatiquement, suivant l'horaire d'occupation des locaux intéressés.

Compte tenu du chauffage de base réalisé par les panneaux de sol et du fait que la température d'eau en chaufferie est réglée automatiquement en fonction de la température extérieure, la régulation de la température d'air pulsé a pu être simplifiée au maximum.

— Chaque rideau de la batterie de chauffe est placé sous la dépendance d'une vanne motorisée;

— L'une de ces vannes est commandée par un thermostat placé dans la prise d'air;

— L'autre, par un thermostat placé dans la gaine de soufflage et servant de limiteur;

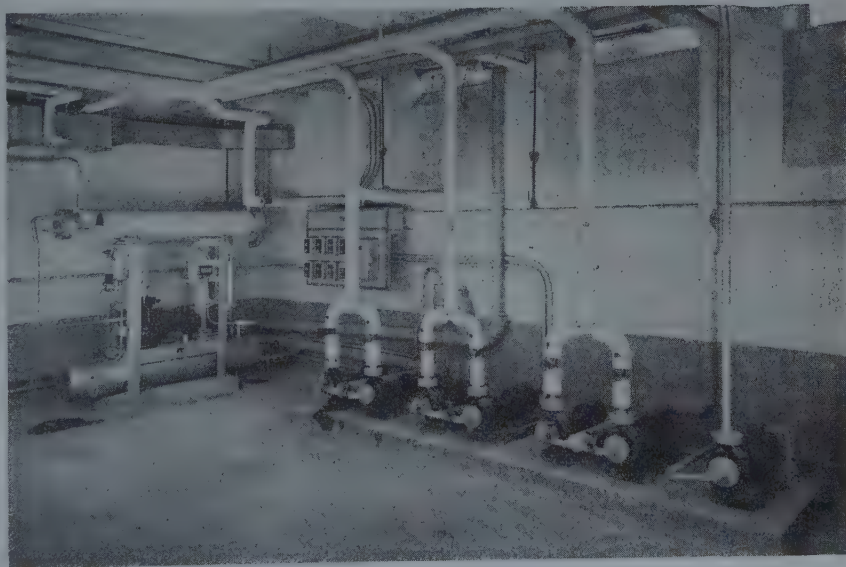
— La rampe d'humidification est alimentée de façon permanente.

### 4° Installations des salles à climat artificiel.

Nous nous bornerons à étudier le cas de deux chambres types :

— Une chambre à climat européen;

— Une chambre à climat tropical avec variation jour-nuit.



Groupes motopompes et monoblocs frigorifiques.

#### a) *Chambre à climat européen.*

Pour la chambre considérée, les conditions à maintenir sont 20° C, 72 % en toute saison.

Le climatiseur correspondant traite un faible débit d'air neuf et un débit prédominant d'air repris.

L'air neuf est pris sur une gaine d'amenée commune aux cinq appareils, il est réchauffé à la prise d'air par une batterie indépendante.

Les conditions constantes prévues correspondent à un point de rosée de 15° C. La marche continue de l'installation et le réchauffage indépendant de l'air neuf ont rendu inutile une batterie de réchauffage primaire.

Le climatiseur comporte :

- Un filtre à air;
- Une batterie de refroidissement alimentée en eau glacée;
- Une rampe de pulvérisation;
- Une batterie de réchauffage alimentée en eau chaude;
- Une batterie de réchauffage électrique, pour remplacer la batterie à eau chaude en période d'arrêt des chaudières ou lorsque la température d'eau chaude est trop faible.

Le contrôle des conditions s'opère en contrôlant indépendamment le point de rosée de l'air traité et sa température de soufflage.

— Un thermostat de point de rosée commande la vanne motorisée de la batterie de refroidissement, de façon à maintenir 15° C après la pulvérisation.

— Un régulateur règle la température de l'air soufflé par action sur la vanne motorisée de la batterie de réchauffage, suivant les températures contrôlées par deux sondes placées, l'une dans la gaine de reprise, l'autre dans la gaine de soufflage.

L'action du régulateur est reportée sur les batteries électriques lorsque l'eau chaude fait défaut.

#### b) *Chambre à climat tropical avec variation jour-nuit.*

De 8 heures à 20 heures, les conditions à maintenir sont de 26° C, 90 %, de 20 heures à 8 heures, elles sont de 22° C, 90 %.

L'air traité comporte une partie importante d'air repris et un faible débit d'air neuf.

Le climatiseur comporte :

- Un filtre à air;
- Une batterie de refroidissement alimentée en eau glacée;
- Une rampe de pulvérisation;
- Une batterie de réchauffage alimentée en eau chaude et doublée par une batterie électrique.

Le contrôle des conditions s'opère comme dans le cas précédent, en contrôlant d'une part le point de rosée, d'autre part la température de soufflage.

Le changement des conditions jour et nuit est commandé automatiquement par une pendule électrique journalière.

Il est à noter qu'étant donné l'humidité à maintenir de façon permanente à 90 %, la différence entre la température prévue quelle qu'elle soit, dans la zone définie et le point de rosée, est constante et d'environ 1,8° C.



Caisson de conditionnement de chambre tropicalisée.

C'est le fait de cette différence constante qui a été appliquée pour le contrôle du point de rosée qui est assuré par un régulateur à deux sondes :

- Une sonde dans la gaine de reprise;
- Une sonde au point de rosée;

et qui commande la vanne motorisée de la batterie de refroidissement, de façon à maintenir constant l'écart de 1,8° C.

Un deuxième régulateur contrôle la température d'air soufflé en fonction de la température d'air repris, de façon à réaliser la température enclanchée par l'horloge journalière.

Pour accélérer l'abaissement de température, lors du passage du régime jour au régime nuit, le contrôle de l'humidité est abandonné et la vanne motorisée d'eau glacée s'ouvre impérativement, le contrôle des conditions étant repris ensuite normalement.

#### 5° *Production d'eau glacée.*

L'eau glacée est nécessaire seulement pour l'alimentation des cinq climatiseurs desservant les salles à climat artificiel.

Elle est produite, pour l'ensemble de ces installations, par une centrale frigorifique commune.

Le compresseur fonctionne au Fréon 12, la détente s'effectue dans un évaporateur du type « dry-ex » où l'eau circule à l'extérieur des tubes.

La condensation est réalisée dans un condenseur multi-tubulaire alimenté en eau de ville.

L'eau glacée est distribuée aux cinq climatiseurs par une pompe commune.

Il était à craindre une marche très intermittente du groupe frigorifique en cas d'utilisation d'un nombre réduit de chambres. Pour éviter les ennuis dus à des démarrages trop fréquents, il a été prévu un bac tampon.



**6° Production d'eau chaude.  
Différents circuits. Programmes.**

La chaufferie comporte deux chaudières multitubulaires en acier à eau chaude, de 400 000 cal/h unitaire. Elles sont équipées de brûleurs à mazout et alimentent la totalité des installations.

- Panneaux rayonnants;
- Aérothermes;
- Climatiseurs.

Les brûleurs sont mis en route en cascade, suivant la demande d'un régulateur, de façon à maintenir une température d'eau à la sortie des chaudières, fonction de la température extérieure et convenant à l'alimentation des aérothermes.

La chaufferie alimente quatre circuits indépendants comportant chacun leurs groupes de circulation :

- Circuit « appartements »;
- Circuit « locaux généraux »;
- Circuit « ventilation »;
- Circuit « conditionnement ».

**Circuit « appartements ».**

Le chauffage est assuré par des panneaux rayonnants de sol. Le fonctionnement est continu, avec ralenti de nuit et marche accélérée le matin. Les différentes allures sont enclanchées par une pendule.

La température au départ du circuit est déterminée en fonction de la température extérieure, par un régulateur.

**Circuit « locaux généraux ».**

Le chauffage est assuré par des panneaux rayonnants de sol.

Ce circuit est divisé en un circuit général desservant l'ensemble des locaux et un circuit complémentaire desservant une partie des grilles des laboratoires qui reçoivent de l'air pulsé.

Pour le circuit général, le fonctionnement est intermittent :

- Arrêt la nuit;
- Marche accélérée le matin;
- Marche normale le jour.

Les changements d'allures sont commandés par une pendule.

Un dispositif antigel permet la marche réduite de nuit.

La température d'eau, au départ, est déterminée en fonction de la température extérieure par un régulateur.

Le circuit complémentaire des laboratoires a une régulation et des programmes identiques à ceux du circuit général, mais il est coupé lorsque les groupes de ventilation sont mis en route.

**Circuit « ventilation ».**

Ce circuit alimente les deux aérothermes des locaux insonorisés et des laboratoires.

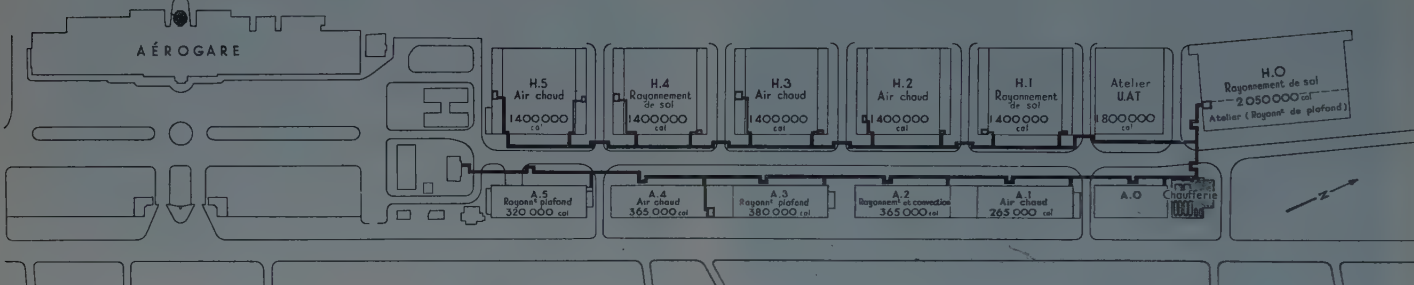
La régulation de la chaufferie est faite sensiblement en fonction des besoins de ce circuit, la seule régulation complémentaire est celle des aérothermes eux-mêmes.

**Circuit « conditionnement ».**

Ce circuit alimente les installations des cinq chambres à climat artificiel dont les batteries sont doublées de batteries électriques. Lorsque la température d'eau chaude tombe en-dessous de 55° C, les batteries électriques sont alimentées automatiquement. La température d'eau de 55° C correspond à une température extérieure de 15° C environ.

# VISITE DE L'INSTALLATION DE CHAUFFAGE ET DE CONDITIONNEMENT DE LA TOUR DE CONTROLE, DES HANGARS ET ATELIERS DE L'AÉROPORT DU BOURGET

TOUR DE CONTROLE  
Chauffage et air chaud  
+ conditionnement



## EXPOSÉ DE M. ARTIGUE

L'aéroport de Paris, qui a été très honoré de la visite de ses installations de chauffage d'Orly que vous avez faite l'an dernier, a été heureux d'apprendre votre intention de visiter cette année l'aéroport du Bourget et M. le Directeur général, qui a donné bien volontiers son agrément au projet de l'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, m'a chargé de vous souhaiter, en son absence, la bienvenue ici et de vous donner toutes facilités pour faire une visite intéressante de nos installations.

Nous sommes heureux que ces journées internationales 1953, qui réunissent d'éminents techniciens du chauffage, tant de France que de nombreux pays étrangers, nous procurent l'occasion, ainsi qu'aux entreprises qui les ont exécutées, de vous présenter nos réalisations en matière de chauffage et de conditionnement. Nous avons ici des installations très diverses; entre autres une centrale de 16 millions de calories, centrale à eau à haute pression qui dessert toute la zone nord des installations. Dans cette zone nous assurons le chauffage de vastes hangars à avions qui posent un problème de chauffage très difficile en raison de leur grand volume, de leurs portes monumentales et des conditions de travail qui y sont pratiquées. Ce chauffage est assuré soit par air chaud (procédé pratiqué dans les trois hangars « H-2 », « H-3 », et « H-5 »), soit par rayonnement de sol seul comme dans le « H-1 », soit par rayonnement de sol et émission intermittente d'air chaud dans le plan des portes comme dans les hangars « H-0 » et « H-4 ».

Nous avons également dans toute cette zone de grands ateliers de mécanique qui sont, soit chauffés par air chaud, soit par rayonnement de plafond.

Nous avons enfin une installation, spécialement mentionnée dans votre programme de visites, qui est la Tour de Contrôle de l'Aérogare et dans laquelle on a réalisé tout récemment une installation de conditionnement qui devait résoudre un problème extrêmement délicat. En raison de ses grandes surfaces de vitrage, une tour de contrôle est, en effet, un local très difficile à conditionner. Vous allez pouvoir vous en rendre compte tout à l'heure

au cours de la visite, d'autant plus que M. DESPLANCHES va vous donner des explications tout à fait détaillées et autorisées sur cette réalisation.

Après ces quelques mots de présentation, je ne vais pas retenir votre attention plus longtemps. Je veux tout de même vous dire que les installations que vous allez voir nous donnent satisfaction. La centrale haute pression, qui vous sera présentée par M. DE SAINT-MARTIN, Directeur général de la Société Caliqua qui l'a réalisée, est d'une exploitation facile, économique et ne nous donne pas d'ennuis. Les chauffages par rayonnement nous ont procuré et ont procuré aux utilisateurs, un confort extrêmement apprécié. Je puis vous indiquer que le chauffage par le sol a été jugé comme le moyen d'assurer le confort maximum aux occupants des locaux. Malheureusement, il a des défauts que vous connaissez, c'est qu'il coûte cher et qu'en plus il ne se prête pas à une exploitation intermittente.

En variante du même principe, les chauffages par rayonnement plafond, conviennent bien dès que l'on a un plafond assez élevé et donnent également pleine satisfaction.

Quant aux chauffages à air chaud, il nous apportent aussi une solution très intéressante du problème et se prêtent à l'intermittence d'une façon parfaite.

Quant à l'installation de conditionnement de la tour de contrôle du Bourget, que vous allez voir, elle est en cours de réglage; le personnel de l'entreprise est actuellement en train de servir de moniteur aux agents qui doivent la conduire. On vous montrera les courbes de température que l'on obtient et tout permet d'espérer que cette installation va également donner pleine satisfaction aux usagers.

Vous allez, d'ailleurs, entendre les spécialistes qui nous ont apporté leur concours pour l'étude et l'exécution des installations que nous utilisons et je terminerai en leur disant : « Vous êtes ici chez vous, vous allez présenter vos œuvres; vous avez été à la peine et il est juste que vous ayez aujourd'hui la satisfaction de présenter quelques-unes de vos belles réalisations. »



## EXPOSÉ DE M. DESPLANCHES



Tour de contrôle.

Je remercie M. ARTIGUE des paroles élogieuses qu'il a bien voulu nous décerner. Nous n'avons que peu de mérite, le problème était particulièrement intéressant et nous avons essayé de le résoudre au mieux des occupants.

Pour conditionner une tour de contrôle, le problème est relativement simple, mais le tout est de se bien pénétrer que les données ne sont peut-être pas aussi simples qu'elles le paraissent. Une tour de contrôle n'est pas un local unique et il y a plusieurs locaux ayant des destinations tout à fait différentes. Il y a d'abord le local de contrôle proprement dit, d'où le terrain est surveillé. Ceci implique pour ce local une visibilité totale sans angles morts : par conséquent pas question d'y faire passer des gaines ou d'y monter des appareils encombrants; vous verrez la réalisation qui en a été faite : on est arrivé à faire passer des cubes d'air relativement importants sans gêner la visibilité.

Dans ce local, l'ennemi du bien-être, si je puis dire, c'est le rayonnement; en hiver parce que la tour est haute, exposée en plein vent, les surfaces vitrées qui la composent presque entièrement produisent un refroidissement extrêmement intense; en été, le soleil qui poursuit sa course tout autour de la tour la chauffe sans arrêt, si bien que le personnel qui, par exemple, se trouve au centre, réalise assez sensiblement un thermomètre résultant humain absolument parfait.

Il faut donc, dans la mesure du possible, procurer le confort par l'atténuation du rayonnement froid en hiver et du rayonnement chaud en été. Vous verrez comment nous avons résolu ces différents problèmes. Par ailleurs, dans cette tour, il y a un local qui a une affectation spéciale, c'est le radar de piste. Le radar, comme vous le savez, sert à guider les avions à l'arrivée à l'aérodrome. C'est un local qui contient des appareils électriques ayant des consommations élevées et, d'autre part, qui fonctionnent dans l'obscurité totale, de façon à ce que l'observateur puisse parfaitement voir la trajectoire de l'avion sur le radar. Par conséquent, le fonctionnement n'est pas du tout le même que celui de la tour de contrôle proprement dite; on peut avoir besoin de chaleur dans la tour alors qu'on peut avoir besoin de froid dans le radar. Il a donc été traité spécialement par un circuit spécial.

Un autre problème important qui entre en ligne de compte, c'est le brouillard en période moyenne et en hiver. Dans la région parisienne, les brouillards matinaux sont fréquents, surtout par temps doux et il faut pouvoir instantanément, s'ils se manifestent de l'extérieur, éviter la condensation sur les vitres ainsi que leur introduction. A ce moment, le personnel a à sa disposition une commande spéciale qui permet de surchauffer l'air pour éviter ce brouillard à l'intérieur de la tour.

En ce qui concerne la construction de la tour, les verres qui assurent la vision sous tous les angles ont été l'objet d'études tout à fait particulières et l'aéroport s'est arrêté à l'emploi de la vitre thermophane qui assure le minimum de rayonnement solaire. D'autre part, vous remarquerez l'angle sous lequel ces vitres sont posées; elles ne sont pas verticales, elles sont légèrement inclinées, la partie haute vers l'extérieur. On sait que l'intensité du rayonnement solaire qui passe à l'intérieur du local est fonction de l'angle de la vitre. Pour des angles relativement faibles, on arrive à des transmissions réduites; en inclinant vers l'extérieur une vitre, on arrive à diminuer très sensiblement les apports dus à la chaleur.

### Description de l'installation.

La salle de contrôle d'un volume de 250 m<sup>3</sup>/h a une surface de plancher de 52 m<sup>2</sup>.

La surface vitrée est de 40 m<sup>2</sup> pour une surface de murs pleins de 40 m<sup>2</sup>.

Les apports intérieurs dus aux appareils s'élèvent à 4 kWA.

Les calculs de conditionnement ont été faits sur les bases suivantes :

— En hiver, tenir une température de 18° C par — 7° C.

Devant l'énorme surface vitrée rayonnant le froid, il est nécessaire pour avoir une température effective de 18° C de tenir une température sèche de 23°.

— En été, assurer une température intérieure inférieure de 7° par rapport à la température extérieure, soit dans le cas le plus défavorable, tenir 25° C par 32° C extérieur.

A cela s'ajoutait la nécessité de tenir une humidité relative pas trop élevée en hiver pour éviter la buée sur les vitres et en été une humidité de l'ordre de 50 % pour le confort des habitants.

### Chauffage.

Le chauffage de base a été réalisé en disposant un ensemble de faisceaux en tube d'acier noyé dans le sol et dans les allèges. Une longueur de 400 m de tube a été disposée de cette façon.

Comme la charpente de la tour est constituée par des poutrelles en acier, les tubes de chauffage ont été soigneusement isolés de celle-ci.

L'installation a été réalisée de façon à obtenir une température plus élevée dans les allèges que dans le sol, ceci en réglant le débit d'eau passant par les diverses nappes chauffantes. Ce réglage peut être modifié au moyen de vannes à main.

La source de chauffe de l'aérogare étant de la vapeur, un échangeur à contre-courant a été installé au rez-de-chaussée de la tour produisant de l'eau chaude. Une pompe assure la circulation de l'eau dans les panneaux. Tous les tubes ne contribuant pas au chauffage ont été soigneusement calorifugés.

Le réglage de température de ce chauffage a été réalisé par un régulateur différentiel agissant sur l'admission de vapeur à l'échangeur en fonction de la température extérieure.

Pour un local possédant une surface vitrée très importante, il était indispensable de tenir compte de l'effet soleil qui fournit une quantité appréciable de chaleur à l'intérieur du local.

On a placé une sonde extérieure sur la face sud-ouest de la tour.

Une deuxième sonde est placée sur le retour d'eau.

L'action combinée de ces deux sondes agit sur le potentiomètre qui commande un émetteur d'impulsion agissant sur une vanne motorisée d'admission de vapeur à l'échangeur.

On obtient donc des températures d'eau de chauffage en fonction de la température extérieure modifiée par l'effet soleil ainsi pour — 7° C extérieur, l'eau est à 49° C; pour 0° C extérieur, eau à 43° C; pour + 10° extérieur eau à 34° C.

Le complément de chauffage est assuré par l'air chaud de l'installation de conditionnement.

Cette dernière fonctionne en reprise d'air avec un apport d'air extérieur de 350 m<sup>3</sup>/h, assurant 50 m<sup>3</sup> d'air neuf à l'heure par occupant.

L'air est soufflé à la partie supérieure de la tour légèrement vers le plafond de façon à ne pas incommoder les occupants. La reprise se fait au plancher sur la même face.

L'air repris, mélangé avec l'air extérieur aspiré sur la face est de la tour se trouve réchauffé sur un réchauffeur alimenté en vapeur. Un ventilateur centrifuge assure la distribution de cet air.

Des précautions particulières ont été prises pour éviter les bruits : ventilateur silencieux à vitesse lente monté sur châssis antivibratoire, moteur silencieux, gaines à grande section pour obtenir des vitesses de circulation faibles.

Le réglage de la température à l'intérieur de la tour se fait par un thermostat électrique agissant sur une vanne électro-magnétique placée sur l'alimentation du réchauffeur, c'est donc l'installation de conditionnement qui assure le réglage définitif de l'ambiance à l'intérieur.

### Réfrigération.

Les besoins de froid de l'installation sont particulièrement élevés, rien que pour le local de contrôle qui, nous le rappelons, a un volume de 250 m<sup>3</sup>, les apports calorifiques de cette salle avec l'effet soleil atteignent 13 000 mth/h.

L'installation de conditionnement comporte un groupe frigorifique fonctionnant au chlorure de méthyle dont l'évaporateur est placé dans un bac à eau glacée.

Un agitateur augmente le rendement de l'évaporateur, régularise la température d'eau et évite la formation de glace sur les tubes.

Dans ce même bac se trouve logé un élément parcouru par l'eau venant des panneaux chauffants de la tour.

Un jeu de trois vannes permet, en état, d'isoler l'échangeur à contre-courant et, au moyen de la pompe de circulation de chauffage, de faire passer l'eau dans cet élément.

On fournit ainsi dans la tour 2 500 mth/h.

Le groupe frigorifique installé permet de fournir 28 000 fg/h avec une évaporation à + 3° C pour tenir l'eau entre + 6° C et + 8° C.

Le bac à eau formant un certain volant de froid permet de passer des pointes plus élevées que le calcul du cas le plus défavorable.

Le refroidissement de l'air de soufflage s'effectue dans un laveur d'air par contact direct avec de l'eau pulvérisée.



Une pompe centrifuge aspirant l'eau glacée dans le bac de la machine frigorifique alimente les pulvérisateurs.

Le réglage de la température à l'intérieur de la tour se fait très simplement, au moyen d'un thermostat mettant en route ou arrêtant la pompe.

L'humidité est réglée par un humidostat électrique placé dans la tour agissant en parallèle avec le thermostat froid sur la pompe de lavage.

Il se peut que l'humidostat fasse fonctionner la pompe de pulvérisation, même si la température désirée est atteinte, et fasse baisser celle-ci.

Le thermostat chaud à ce moment entre en action et agit sur le réchauffage de l'air.

Comme en été on ne dispose pas de vapeur, ce réchauffage s'opère au moyen de résistances chauffantes électriques.

Cette batterie assure le chauffage de la tour en saison moyenne et notamment la nuit.

Un inverseur fait passer l'action du thermostat chaud sur le contacteur de ces résistances quand la vapeur se trouve coupée.

Toute l'installation a été étudiée et réalisée de façon à obtenir une marche automatique sans surveillance.

## EXPOSÉ DE M. DE SAINT-MARTIN

Au cours de l'avant-dernier cycle des Journées Internationales du Chauffage qui a eu lieu en 1951, j'ai déjà eu le plaisir de faire visiter, à un certain nombre d'entre vous, les installations de chauffage du Centre d'Air France à l'aéroport d'Orly.

L'installation d'Orly comporte une centrale thermique et un réseau de distribution de chaleur alimentant l'ensemble des hangars d'aviation, des ateliers, des bureaux et des services annexes, dont la consommation totale en pointe atteignait 25 millions de calories. Je ne m'étendrai donc pas très longuement sur la justification de la centralisation d'un chauffage de cette importance.

M. ARTIGUE vous a fait remarquer, tout à l'heure que, en 1947, l'aéroport du Bourget avait dû remanier un ensemble de bâtiments qui, au cours de l'occupation, étaient tombés en vétusté et qui devaient être affectés dans un délai très rapide, soit au logement des avions, soit à leur réparation et à la mise en œuvre des pièces de rechange.

Pour le chauffage de l'ensemble de ces bâtiments, il a été décidé, après étude, de réaliser une centrale unique et un réseau de distribution alimentant, au moyen d'un fluide haute pression, les bâtiments envisagés, ceci afin d'échapper à tous les inconvénients que représenteraient des sources locales de chaleur.

Il est bien évident que, dans le cas particulier de l'aviation qui comporte des centres importants éloignés les uns des autres nécessitant le stockage de matières inflammables les sources indépendantes de chauffage exigent des feux multiples, la construction d'une cheminée par chaudière ou groupe de chaudières, des stockages indépendants et surtout l'obligation d'utiliser un combustible de haute qualité, tandis que la chaufferie centrale peut utiliser des combustibles bien meilleur marché.

La chaufferie a été placée à l'extrémité nord des bâtiments existants pour se trouver à l'équidistance de l'ensemble des installations lorsqu'aura été réalisée la seconde tranche du programme d'Air France qui nécessitera une puissance calorifique sensiblement égale à celle des bâtiments actuels.

La première tranche correspond à une consommation de 16 000 000 de calories/heure et la centrale a été construite pour cette puissance.

Les possibilités d'extension qui ont été réservées permettront, par l'adjonction de deux chaudières et de nouvelles pompes, d'assurer une puissance de 30 000 000 de calories/heure environ.

La chaufferie actuelle comporte deux chaudières Niclausse du type multitubulaire à tubes d'eau ayant chacune une puissance de 6 500 000 calories en marche continue et de 7 500 000 à 8 000 000 calories/heure en marche continue poussée.

Elles sont timbrées à 12 kg et alimentées au fuel lourd n° 2 par chacune quatre brûleurs, permettant d'obtenir des allures variées.

La centrale ne fonctionnant que cent cinquante jours par an et le coefficient d'utilisation annuel ne dépassant pas 1 200 fois la puissance des installations, le calcul économique ne justifie pas des frais d'investissement supplémentaires relatifs à des économiseurs.

Il a donc été jugé préférable d'installer des chaudières très largement conçues pour qu'elles puissent avoir un rendement acceptable aux différentes allures même en marche continue poussée.

Ces chaudières fonctionnent en phase vapeur, c'est-à-dire qu'elles produisent de la vapeur saturée qui alimente un appareil préparateur destiné à fournir l'eau chaude sous pression utilisée dans le réseau. Le préparateur est un condenseur à mélange sous pression qui fournit de l'eau sensiblement à la température de la vapeur saturée sous la pression d'admission. Cette eau est véhiculée par les pompes dans le réseau, où elle cède ses calories soit à des appareils aérothermes, soit à des échangeurs produisant un fluide secondaire destiné à alimenter des installations intérieures en basse pression, soit à des surfaces statiques de chauffe et revient à la chaufferie où elle se réchauffe dans l'appareil préparateur.

Le trop-plein de cet appareil préparateur retourne automatiquement aux chaudières, afin de compenser la vaporisation de celles-ci.

L'application de ce schéma réalise un cycle entièrement fermé, dans lequel aucune perte ne peut se produire, si l'on excepte celles résultant des déperditions calorifiques des conduites soigneusement calorifugées.

Les tuyauteries ont été entièrement placées en caniveau. Elles sont exécutées en tubes d'acier étiré, qualité chaudière, reliés entre eux par soudure autogène.

Le calorifugeage a été réalisé au moyen de bourrelets de laine de verre protégés par un treillage galvanisé soigneusement ligaturé et un revêtement goudronné.

Le réseau comporte deux feeders : le premier parallèle aux hangars, le second alimentant les ateliers. Les bâtiments sont raccordés par un ou plusieurs piquages, suivant le mode de chauffage intérieur de ceux-ci.

Je ne peux pas m'étendre sur la description des différents systèmes de chauffage des bâtiments. Je me contenterai de vous indiquer que ces divers modes de chauffage peuvent être rangés en deux types :

a) Utilisation directe de l'eau chaude sous pression comme fluide de chauffage intérieur.

Dans ce cas, l'eau chaude à haute pression venant de la chaufferie alimente directement les appareils de chauffage, qu'il s'agisse d'aérothermes, de surfaces rayonnantes situées en plafond ou de tuyaux travaillant à la fois au rayonnement et à la convection, tels que tuyaux lisses, groupes de tuyaux à ailettes ou convecteurs.

b) Utilisation d'un fluide secondaire.

Un certain nombre de locaux ont été chauffés soit par des radiateurs à basse pression, soit par des sols chauffants.

Enfin, il peut être nécessaire de produire de l'eau chaude sanitaire pour les douches et vestiaires.

Dans tous ces cas, les fluides secondaires ont été préparés au moyen d'échangeurs, dont le primaire est parcouru par l'eau chaude sous haute pression du réseau et dont les caractéristiques du fluide secondaire sont contrôlées et maintenues par des thermostats automatiques.

## EXPOSÉ DE M. B. TUNZINI

Différentes installations de chauffage ont été réalisées au Bourget : installation de panneaux métalliques à haute température pour le chauffage d'ateliers, installation de chauffage par aérothermes et une installation de chauffage par panneaux rayonnants de sol. Au cours de la visite, vous pourrez voir deux types de hangars, l'un chauffé par aérothermes et l'autre par rayonnement et, à titre indicatif, d'après les mesures qui ont été faites pour des hangars de même puissance calorifique, la

consommation calorifique est environ de 40 % supérieure pour le hangar chauffé par aérotherme par rapport à celui chauffé par rayonnement, en raison de sa grande hauteur.

L'application qui a été faite du chauffage par rayonnement, — qui a été la première en Europe dans le hangar d'aviation, — a permis de mettre en évidence l'intérêt du chauffage par rayonnement pour le chauffage des grands hangars d'aviation.

## CONCLUSION DES JOURNÉES

Par M. le Président A. MISSENARD.

Maintenant, il me reste à tirer les conclusions de ces Journées mais comme, pressé par l'heure, j'ai précipité tout le monde, je ne vais pas m'accorder un temps que j'ai refusé aux autres.

Je remercie à nouveau MM. RYDBERG, WATZINGER, JACOBSEN et KAMM d'avoir bien voulu nous exposer l'état des recherches et de la technique dans leurs pays respectifs. Nous avons ainsi fini notre tour du monde, si j'ose dire, le monde s'arrêtant malheureusement au « rideau de fer ». C'est-à-dire que, depuis que ces Journées ont été créées, soit quatre ans, nous avons pu entendre des conférences des différents savants et techniciens étrangers sur l'état de la technique dans leurs pays.

Les conférences de MM. BARRAULT et CADIERGUES n'appellent aucun commentaire spécial. Je pense toutefois qu'il faut remercier M. CADIERGUES de son exposé documentaire sur les publications des diverses langues, sur notre technique. Il y a évidemment des sujets sur lesquels la littérature est encore relativement peu abondante comme le chauffage par rayonnement, mais sa technique est en évolution tellement rapide qu'un livre, sur ce sujet, risquerait fort d'être démodé dans un laps de temps très court.

Enfin, nous avons eu grand plaisir à entendre les conférences sur les combustibles et en particulier celle de M. l'Ingénieur général GIBLIN, qui avec le maximum d'objectivité et de compétence a délimité le

domaine d'emploi des différentes sources d'énergie. Mais nous avons pu constater — et nous nous en félicitons — que les houillères se préoccupent avec plus d'ardeur qu'il y a quelques années de vendre leur combustible et les communications de mardi matin ont été heureusement complétées par les communications de ce matin sur les chaudières automatiques modernes. C'est d'ailleurs dans cette voie que les houillères doivent poursuivre leurs efforts si elles veulent vendre leur charbon et lutter contre les combustibles liquides, voire gazeux, auxquels leur commodité confère un sérieux avantage.

M. FORTAIN nous a parlé du choix de la qualité des combustibles liquides. M. HARLÉ nous a entretenus des combustibles gazeux, je dirai presque de remplacement. Il n'est pas question de brûler du propane et du butane, lorsqu'on dispose de gaz de houille mais en son absence, le butane et le propane peuvent rendre de très grands services pour le chauffage très intermittent des grands édifices.

Comme les années passées, M. FOURNOL nous a beaucoup intéressés en nous parlant des questions de comptage, chères à M. FISCH.

Je voudrais tout de même attirer l'attention, sur l'aspect humain de cette question. J'ai peur qu'un comptage trop précis des calories dépensées dans un appartement risque de créer une certaine hostilité entre co-locataires du fait que l'un ne chauffera pas assez son



appartement et que l'autre saura qu'il paye en partie pour lui. C'est peut-être une conception bourgeoise — je vous ai dit que je faisais mon autocritique — car, généralement, les gens modestes ont une générosité naturelle. Mais il ne faut pas négliger qu'un comptage trop précis risque de créer des discussions parce que certains locataires ne chauffent pas assez ou seront absents et que le locataire du dessus ou du dessous payera une partie des calories qu'il devrait recevoir de son voisin. Il me semble y avoir là un aspect social non négligeable.

Enfin nous avons essayé de faire rapidement l'examen des recherches poursuivies en France depuis l'an passé. Je remercie en particulier nos jeunes amis et collaborateurs des *Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics* qui se sont passionnés pour ces questions. Évidemment, les recherches n'ont pas pu progresser beaucoup depuis un an.

Indépendamment des conférenciers étrangers que j'ai remerciés tout à l'heure, je remercie de leur présence et de leur participation M. BILLINGTON, qui a représenté parmi nous l'Angleterre, M. SQUASSI qui nous apporte toujours le point de vue italien et M. MARCO, à la fois

un de nos fidèles auditeurs et un de nos amis, ainsi que les personnalités de l'Institut technique : M. le Président PABANEL, Président de la Fédération Parisienne du Bâtiment qui nous fait l'honneur de sa présence, M. le Président FICHARD, qui a bien voulu suivre nos travaux, M. le Président FISCH et M. le Président JOUANNO qui représentent les différents syndicats de notre profession.

Je remercie bien entendu M. GUÉRIN, Directeur Adjoint de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics et son collaborateur, M. l'Inspecteur général WEBER, ainsi que M. CADIÈRGUES, Directeur du Co. S. T. I. C. et M. THIN de l'excellente organisation de ces Journées et de ces visites.

J'en ai terminé, Messieurs. A moins que vous ayez d'autres questions à me poser, nous considérerons que ces Journées sont closes. L'Institut technique se réserve de juger de l'opportunité de les renouveler en 1954 ou 1955, maintenant que nous avons passé en revue au cours des années écoulées, l'état des recherches de la technique dans les principaux pays.

Merci encore une fois, Messieurs, pour votre attention.

(Suite et fin.)

#### Résumés.

#### Summaries.

#### COMPTE RENDU DE VISITE DE QUELQUES LABORATOIRES D'ESSAIS AMÉRICAINS

#### REPORT OF THE VISIT TO SOME AMERICAN TESTING LABORATORIES

- a) Matériel utilisé pour les mesures.
- b) Description de quelques chambres d'essais. Ces dispositifs sont capables de réaliser autour d'une pièce des conditions extérieures définies et facilement réglables, en vue d'étudier le comportement des appareils de chauffage les plus divers.
- c) Essais sur habitations. Les conditions extérieures sont celles imposées par la nature. Les maisons sont de construction traditionnelle et équipées de dispositifs de chauffage à étudier, les essais durent un hiver.
- d) Nouveaux dispositifs de chauffage (chauffage solaire).
- e) Utilisation des dispositifs analogiques (hydrauliques et électriques) pour le calcul des installations de chauffage.

- a) Equipment used for measurements.
- b) Description of certain testing rooms. These devices are capable of creating around a room definite and easily adjusted surrounding conditions, so as to investigate the behavior of the most varied heating apparatus.
- c) Tests on dwellings. The surrounding conditions are the natural ones. The houses are of traditional construction and are equipped with the heating devices to be investigated. The tests last the whole winter.
- d) New heating devices (solar heating).
- e) Use of analogous hydraulic and electrical devices for designing heating plants.

#### LA MESURE DE LA CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE A TRAVERS LE MONDE

#### THE MEASUREMENT OF THERMAL CONDUCTIVITY THROUGHOUT THE WORLD

La Réunion internationale des Laboratoires (R. I. L. E. M.) a fait une enquête sur les dispositifs de mesure de la conductibilité thermique dans les différents laboratoires mondiaux. L'auteur expose les résultats de cette enquête et classe les différents dispositifs d'après leur principe.

En général, tous les laboratoires préfèrent les méthodes en régime permanent. Les méthodes de mesure en régime variable devront être utilisées de plus en plus afin de connaître la conductibilité thermique vraie des matériaux tels qu'ils se trouvent dans le bâtiment, c'est-à-dire humides.

La R. I. L. E. M. publiera prochainement un projet de norme pour favoriser l'unification mondiale de ces mesures, projet de norme élaboré par les délégués de nombreux laboratoires.

The R. I. L. E. M. has conducted an inquiry on devices for measuring thermal conductivity in different laboratories throughout the world. The Author presents the results of this inquiry and classes the different devices according to their principle.

Generally speaking, all the laboratories prefer steady-state methods. The transient state measuring methods ought to be used more and more in order to find out the true thermal conductivity of materials as they are used in construction, i. e. in moist state.

The R. I. L. E. M. will publish soon a tentative standard to promote the world-wide unification of these measurements. That tentative standard is the joint work of delegates from numerous laboratories.

## CHAUFFAGE PAR LE SOL TEMPÉRATURES SUPERFICIELLES LIMITES

L'exposé rend compte d'une recherche commencée depuis peu au Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics.

Cette recherche a pour objet la détermination de la température maximum des planchers chauffants admissible pour un confort normal.

Après la présentation des méthodes employées et la description sommaire des dispositifs d'essais et de mesures, l'auteur communique les premiers résultats partiels obtenus.

## RECHERCHES, ÉTUDES ET NORMALISATION DU SYNDICAT DES CONSTRUCTEURS ET CONSTRUCTEURS-INSTALLATEURS

L'auteur rappelle l'évolution des syndicats professionnels et leur tendance actuelle à s'intéresser aux recherches techniques d'intérêt général, susceptibles d'aider les entreprises à l'amélioration de la qualité de leurs fabrications.

Il expose dans quelles conditions le Syndicat des Constructeurs de Matériel de Ventilation a constitué des commissions techniques chargées d'établir des règles concernant les principaux matériels fabriqués par ses adhérents.

Après rédaction et après enquête, ces règles sont soumises à l'homologation de l'AFNOR et peuvent éventuellement servir à l'établissement d'une marque de qualité.

A titre d'exemple, l'auteur expose les conditions dans lesquelles ont été établies les règles récentes concernant les ventilateurs.

Il résume ensuite l'état d'avancement des règles concernant les séchoirs, les générateurs à air chaud, les brûleurs automatiques à combustibles solides, les brûleurs automatiques à combustibles liquides, les dépoussiéreurs.

## VISITE D'INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET DE CONDITIONNEMENT D'AIR AU CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL DE NOGENT-SUR-MARNE

M. MARCON expose que le Centre Technique Forestier Tropical, construit de 1948 à 1951, est consacré aux recherches techniques sur les bois tropicaux en vue de déterminer les emplois des diverses variétés et les moyens de mise en œuvre. Ces recherches exigent une climatisation particulière des locaux où sont exécutés les essais mécaniques sur le bois et le papier et où l'on maintient en activité les insectes, termites et champignons destructeurs des bois. La pièce destinée aux essais mécaniques est conditionnée à 21° C et 72 % d'humidité. Dans les trois pièces affectées à l'étude des agents d'altération des bois, on entretient des températures variant de 25° C à 27° C et des taux d'humidité tels que l'humidité à l'intérieur des bois soit suivant les cas de 12 % à 20 %.

M. RELIER décrit les locaux du Centre Technique Forestier Tropical, les fonctions à assurer dans le bâtiment, ainsi que les installations, en particulier les chambres à climat européen et à climat tropical. Les climatiseurs comportent des filtres à air, des batteries de refroidissement à eau glacée, des rampes de pulvérisation, des batteries de réchauffage à eau chaude, des batteries de réchauffage électrique.

## VISITE D'INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET DE CONDITIONNEMENT D'AIR À L'AÉROPORT DU BOURGET

La visite débute par un exposé de M. ARTIGUE, chargé des travaux de l'aéroport définissant les différents besoins de chauffage et de conditionnement à satisfaire dans les différentes parties de l'aéroport et plus particulièrement dans la tour de contrôle. Cet exposé est suivi de celui de M. DESPLANCHES, qui a été chargé de réaliser les installations de la tour de contrôle. Les difficultés particulières que soulève une telle réalisation sont mises en relief, tant au point de vue du chauffage qu'au point de vue du conditionnement de jour et de nuit.

M. DE SAINT-MARTIN précise ensuite les particularités de la centrale à eau surchauffée destinée à satisfaire aux différents besoins calorifiques de la tour de contrôle ainsi que de ceux des différents hangars d'aviation et des divers ateliers.

## SOLAR HEATING LIMITING SURFACE TEMPERATURES

The paper presents a research started a short time ago by the Centre expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics.

This research has for its purpose the determination of the maximum temperature of heating ceilings acceptable for normal comfort.

After the presentation of the methods used and the brief description of the testing and measuring devices the Author discloses the preliminary partial results obtained.

## RESEARCH INVESTIGATION AND STANDARDIZATION PERFORMED BY BUILDERS AND INSTALLERS

The Author reviews the evolution of professional societies and their present-day tendency to interest themselves in technical research of general interest, capable of helping the industrial firms to improve the quality of their products.

He shows under what conditions the Society of Ventilation apparatus builders has created technical committees entrusted with the drawing out of rules concerning the main products manufactured by its members.

After they are drawn up and submitted to criticism, these rules are presented for the official approbation of AFNOR and may possibly serve for establishing a quality label.

As an example, the author shows the conditions under which rules were recently established for the ventilators.

Then he summarizes the present state of advancement of the rules related to dryers, liquid-fuel automatic burners and dust collectors.

## VISIT OF HEATING AND AIR CONDITIONING INSTALLATIONS AT THE TROPICAL WOOD TECHNICAL CENTER NOGENT-SUR-MARNE

M. MARCON states that the Tropical Wood Technical Center, built between 1948 and 1951 is devoted to technical research on tropical woods in order to determine the uses of the different varieties and the means of using them. This research requires special conditioning of the premises where the mechanical testing of wood and paper takes place and where the activity of insects, termites and wood destroying mildew is carried on. The room for mechanical testing has its air conditioned at 21° C and 72 % relative moisture. In the three rooms devoted to the investigation on the agents of wood deterioration, the temperature varies from 25° C to 27° C and the relative moisture is maintained at such a percentage that the moisture inside the wood varies from 12 % to 20 % depending on the case.

Mr. RELIER describes the premises of the Tropical Wood Technical Center, the functions provided for in the building and the installations, particularly the chambers with European climate and those with tropical climate. The air conditioning installation includes air filters, iced water cooling batteries, spraying racks, hot water heating batteries, electric heating batteries

## VISIT OF HEATING AND AIR-CONDITIONING INSTALLATIONS AT LE BOURGET

The visit begins with an address by Mr ARTIGUE, in charge of the works at Bourget airport, stating the various heating and air-conditioning requirements in the different parts of the airport, particularly in the control tower. This address is followed by that of Mr DESPLANCHES, who is in charge of the control tower installations. The special difficulties presented by such an installation are developed, both from the point of view of heating and that of day and night air-conditioning.

Mr DE SAINT-MARTIN then describes the special features of the superheated water plant for the various heating requirements of the control tower as well as those of the different hangars and shops.



# ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

DÉCEMBRE 1953

Sixième Année, N° 72.

Série : TRAVAUX PUBLICS (XXV).

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SÉANCE DU 21 AVRIL 1953

Sous la Présidence de **M. de MAUBLANC**,  
Contrôleur général de l'Équipement à Électricité de France.



Photo H. Baranger

## LE BARRAGE DE TIGNES

Par **M. A. LIGOUZAT**,

Directeur de la Région Équipement Hydraulique Alpes I à Électricité de France.

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

## AVANT-PROPOS DE M. LE PRÉSIDENT BILLIARD

Le barrage de Tignes est une des grandes réalisations françaises récentes.

Le problème humain posé par la disparition du petit village de Tignes et qui a fait l'objet d'un abondant développement en son temps, a contribué, quelque émouvant qu'il ait été, à laisser un peu trop dans l'ombre la valeur propre de l'ouvrage, ainsi que tous les problèmes techniques complexes et extrêmement délicats qu'il a fallu résoudre en vue de l'exécution de cette œuvre considérable, dans un site particulièrement accidenté en haute montagne.

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics a pensé qu'il serait intéressant d'inclure dans son programme de conférences de 1953, une communication sur cette grande réalisation qui fait honneur à Électricité de France et à l'Entreprise française.

M. Giguet, Directeur de l'Équipement, a bien voulu autoriser cette communication et je l'en remercie tout particulièrement ainsi que d'avoir délégué auprès de nous M. de Maublanc pour présider notre réunion.

Je remercie également le conférencier, M. Ligouzat, sous la haute direction de qui les travaux ont été réalisés.

### PRÉSENTATION DU PRÉSIDENT

Je pense n'avoir pas besoin de présenter votre conférencier d'aujourd'hui. Beaucoup d'entre vous ont eu l'occasion de le rencontrer, soit au cours de sa carrière administrative dans les Ponts et Chaussées, soit dans l'Industrie électrique et à Électricité de France.

Arrivé à Lyon en 1946 comme Directeur adjoint de la Région Alpes I, après l'accident tragique qui enlevait M. Frerejean à notre affection, il a suivi de bout en bout les travaux de Tignes.

D'abord comme adjoint à M. Thaller, dont le nom restera attaché à l'aménagement de la vallée de la Haute-Isère, puis comme Directeur de la Région hydraulique Alpes I, en 1948, quand M. Thaller fut nommé Inspecteur général.

Il connaît son sujet dans les détails, ayant vécu tous les incidents, toutes les difficultés et aussi tout le succès.

Je lui passe la parole.

#### RÉSUMÉ

Le barrage de Tignes (dont un film a retracé les phases de construction) a une hauteur de 180 m et son plan d'eau se trouve à l'altitude de 1 790 m. Il comporte 630 000 m<sup>3</sup> de béton et la capacité du barrage est de 235 millions de mètres cubes d'eau. Les agrégats du béton sont extraits par concassage d'une carrière calcaire. Les gros bétons sont à maille carrée de 200 mm et les petits bétons à maille carrée de 100 mm. Ils comportent un surdosage en parement et l'emploi d'un entraîneur d'air et de la pervibration. Le contrôle de la qualité du béton a été assuré par deux prélèvements journaliers d'éprouvettes cylindriques et prismatiques.

#### SUMMARY

The Tignes dam (whose various construction stages have been filmed) is 180 meters high and the water level in its reservoir is at the altitude of 1 790 meters. It required the pouring of 630 000 cu. meters of concrete, and the capacity of its reservoir is 235 million cu. meters. The concrete is made of crushed calcareous aggregates. The coarser mass concrete includes aggregates retained on a 200 mm (8 inch) mesh sieve while the aggregates of the finer mass concrete are retained on a 100 mm (4 inch) mesh sieve. The cement proportion is higher at the facing and use has been made of an air-entraining agent and internal vibration. The concrete quality control has been ensured by two daily samplings of cylindrical and prismatic test specimens.

*Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.*





Le tracé rouge indique les lignes électriques et les postes.

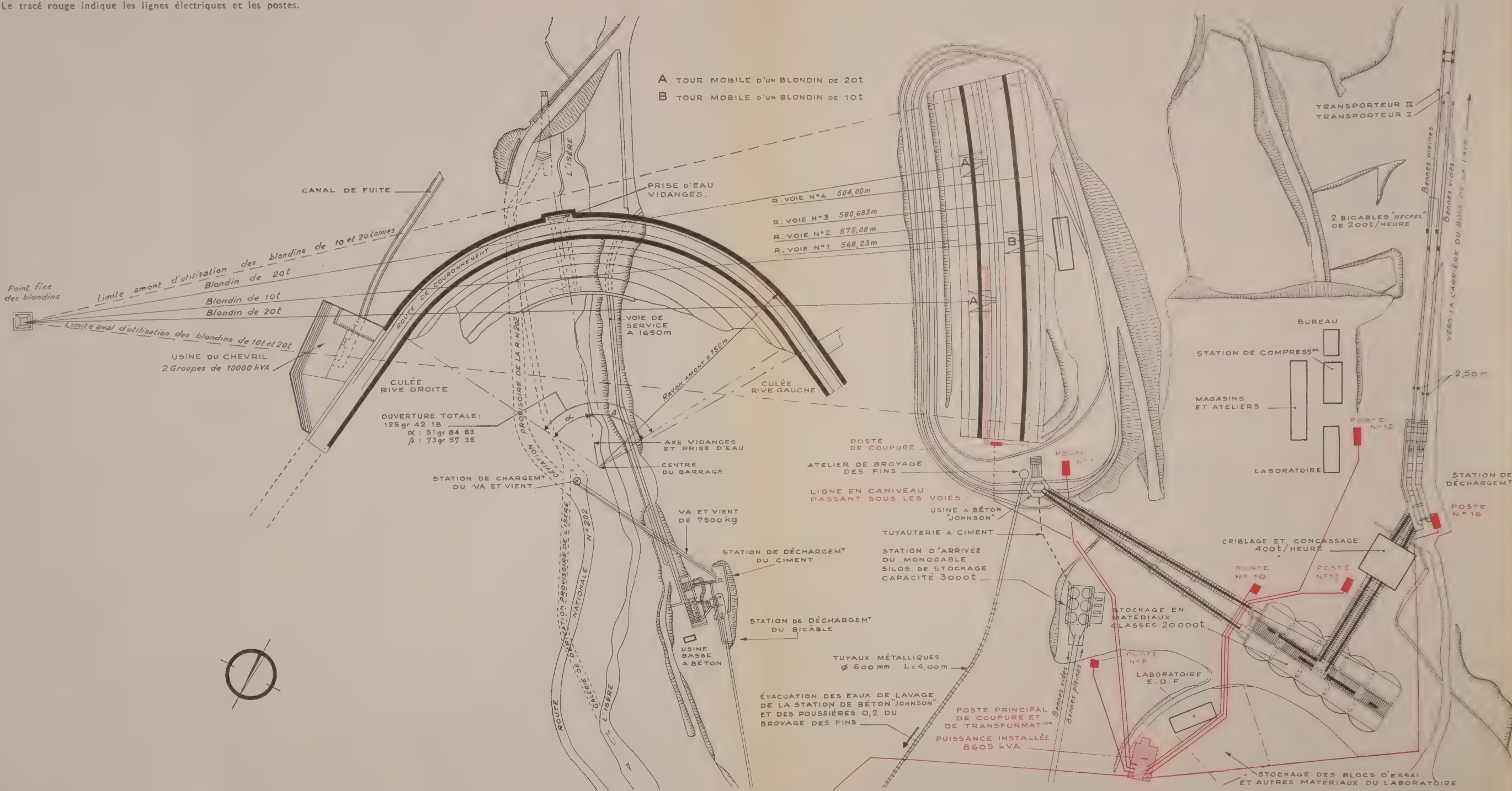


FIG. 1. — Plan des installations de chantier.



## EXPOSÉ DE M. A. LIGOUZAT

Le conférencier présente d'abord le film d'Électricité de France : Le barrage de Tignes. Ce film retrace, dès ses débuts, la marche du chantier et a servi de préambule à la conférence proprement dite que nous reproduisons ci-après.

Une carte en relief permettait, d'autre part, à l'auditoire de suivre pendant la première partie de la conférence, les grandes lignes de la topographie du terrain et l'articulation des différents bassins versants dans l'aménagement général dont le barrage est la pièce maîtresse.

### INTRODUCTION

Vous seriez parfaitement excusables si, au cours de la présentation de ce film, vous n'aviez pu retenir tous les chiffres qui vous étaient avancés. Je me permets donc de rappeler que le barrage a 180 m de hauteur au-dessus de ses fondations et que son couronnement s'établit à la cote 1 792, le plan d'eau s'établissant lui, à 1 790.

C'est donc le plus haut barrage d'Europe. Le volume de béton est de 630 000 m<sup>3</sup>.

A vrai dire, en le construisant, nous n'avons nullement cherché à battre des records; si tel avait été notre objet, nous aurions certainement été ramenés à plus de modestie par les grands ouvrages américains qui dépassent quelque peu les nôtres en hauteur et largement en volume. C'est ailleurs qu'il faut chercher les raisons des dimensions du barrage de Tignes, qui est un des deux ou trois plus hauts du monde entier : il vient tout de suite après le barrage du Boulder Dam (220 m), presque à égalité de hauteur avec le Shasta Dam, tous deux aux États-Unis.

Ces raisons sont de nature principalement topographique et hydrologique.

Voici tout d'abord ce que dit l'hydrologie : moyennant qu'on ramène dans la cuvette un certain nombre de bassins versants, celui des Clous, celui du Nant Cruet, celui du Ponturin et celui de la Sachette, bassins qui, normalement, échappent à l'accumulation du barrage de Tignes, les apports entre mai et septembre s'élèvent, en année moyenne, à 239 millions de mètres cubes.

Tableau I.

#### I. — Bassins versants.

Isère supérieure.....	171 km <sup>2</sup>
Clous et Nant Cruet.....	35 km <sup>2</sup>
Ponturin et Sachette.....	43 km <sup>2</sup>

#### II. — Débits.

##### a) Isère :

Débit d'étiage.....	3,1 m <sup>3</sup> /s
Débit plus grande crue connue.	43 m <sup>3</sup> /s
Débit moyen annuel.....	8 m <sup>3</sup> /s

##### b) Clous et Nant Cruet :

Débit moyen annuel..... 1,520 m<sup>3</sup>/s

c) Ponturin et Sachette..... 1,680 m<sup>3</sup>/s

### III. — Apports moyens annuels.

	MAI A SEPTEMBRE	SEPTEMBRE A AVRIL	AU TOTAL
Isère.....	162 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	90 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	252 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Clous et Nant Cruet.....	39 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	9 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	48 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Ponturin et Sachette....	38 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	15 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	53 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
TOTAL....	239 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	114 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	353 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

De septembre à avril, l'Isère et ses affluents débitent donc 114 millions de m<sup>3</sup>.

Au total, c'est donc 353 millions de mètres cubes qui peuvent passer par le barrage de Tignes.

Il est bien évident qu'il ne faut pas compter comme accumulables les 114 millions de septembre à avril, qui s'écoulent dans une période de l'année où toutes les centrales hydrauliques doivent être mises en service pour satisfaire à la consommation du réseau électrique français. Seuls sont intéressants à accumuler les 239 millions de mètres cubes d'eau de mai à septembre, et l'on voit apparaître ainsi un chiffre très sensiblement égal au chiffre de la capacité du barrage de Tignes, soit : 235 millions de mètres cubes. Pouvaient-on aller plus loin? Il aurait, d'une part, fallu établir sur la rive gauche de l'Isère, à l'aplomb du barrage, un contre-barrage qu'il n'était sans doute pas très difficile de concevoir, mais qui eût tout de même augmenté sensiblement le coût des travaux.

D'autre part, le plan d'eau, établi à la cote 1790, atteint déjà de justesse les premières maisons de Val d'Isère.

Les chiffres ci-dessus sont le résultat d'une statistique de l'année moyenne au point de vue de l'hydrologie de la région. Il va sans dire que certaines années sont plus riches au point de vue des eaux, que d'autres sont plus pauvres. Il semble que nous devions compter sur des variations de  $\pm 30\%$  dans les apports, suivant l'année.

Nous ajouterons qu'Électricité de France projette de ramener sous le col de l'Iséran, le bassin supérieur de l'Arc qui, par une galerie de 11 km, déverserait ses eaux dans la Calabourdane, aux environs de Val d'Isère. Lorsque ce travail sera exécuté, le barrage sera, au début de chaque hiver, même en année de faible hydraulité, rempli à son niveau maximum et nous pourrons garantir, en tout état de cause, que les puissances installées à l'usine des Brévières et à l'usine de Malgovert, pourront être utilisées 2 000 heures par an pendant la période critique pour le réseau national, à leur pleine puissance c'est-à-dire : 530 000 ch.

De même, l'usine d'Isère-Arc, dont l'aménagement se termine en aval de Moutiers, pourra garantir une puissance de l'ordre de 90 000 ch, même pendant les étiages d'hiver les plus rigoureux.

Ce bilan devrait d'ailleurs être complété par les gains de puissance que procurerait le barrage de Tignes sur les usines en aval d'Isère-Arc, jusques et y compris Donzère-Mondragon.

Sans entrer dans le détail des calculs, nous pouvons dire que l'ensemble : barrage, usine des Brévières, usine de Malgovert, est plus économique que la ou les centrales thermiques équivalentes qui auraient assuré les mêmes services.

## LES PROGRAMMES DE TRAVAUX ET L'INSTALLATION DE CHANTIER

Il faut remonter à 1946, lors de l'établissement du Plan de Modernisation et d'Équipement (Plan MONNET), pour voir fixer, pour la première fois d'une façon officielle, la date à laquelle les Pouvoirs Publics entendaient que le barrage de Tignes et l'aménagement qui lui fait suite, c'est-à-dire l'usine des Brévières et de Malgovert, soient terminés. En fait, ce programme initial prévoyait un achèvement complet en 1952 : en ce qui concerne le barrage, le travail était complètement terminé à la fin de 1952, comme le prévoyait le Plan.

Discutée à fond pendant les premiers mois de l'année 1947, l'organisation de chantier nécessaire pour respecter la date ainsi fixée fut arrêtée dans ses grandes lignes vers le milieu de la même année (fig. 1).

Et c'est à cette époque que furent passées par l'Électricité de France et par l'Entrepreneur de génie civil, les commandes de matériel nécessaire. Compte tenu des délais de fabrication en usine de ce matériel puissant dont une partie venait d'Amérique, il avait semblé raisonnable de penser que l'installation ne serait complètement terminée et prête à entrer en action qu'au début du printemps de 1950.

En réalité, l'installation demanda plus de temps qu'il n'était prévu; elle démarra au milieu de l'été seulement et on ne réalisa, pendant cette année 1950, que 82 000 m<sup>3</sup> de béton.

Beaucoup considéraient dès lors que les bétonnages devraient se poursuivre pendant l'année 1953 et que vouloir terminer en 1952 était du domaine de l'utopie.

Cependant, quand on analysait, comme le fait n'importe quel industriel dans son usine, les temps élémentaires nécessaires aux manœuvres de transport et de mise en place du béton, temps qui résultaient des observations faites pendant la campagne de 1950, de sérieux espoirs restaient permis.

Le tableau II donne en centièmes de minutes les temps élémentaires minima à prévoir entre le moment où le train qui amène les bennes sous le crochet du blondin arrive à sa place et le moment où la benne se décroche du blondin, après avoir terminé son cycle.

Tableau II.

	TEMPS ÉLÉMENTAIRE (en centièmes de minute)
Avance du train et accrochage de la benne.	50
Soulèvement.....	20
	<u>L</u>
Translation à 6,10 m/s.....	3,6
Réglage.....	30
	<u>H</u>
Descente.....	1,4
Approche et vidange de la benne.....	70
	<u>H</u>
Montée.....	0,9
	<u>L</u>
Translation.....	3,6
Pose, décrochage.....	30

Bien entendu, ce temps varie avec les distances parcourues horizontalement et verticalement par la benne (tableau III).

Le cycle de 240 s correspond à  $2 \times 15$  voyages à l'heure pour l'ensemble des deux blondins de 20 t, soit : 180 m<sup>3</sup>/h.

Ce chiffre de 180 m<sup>3</sup>/h est d'ailleurs le débit maximum de l'usine à béton.

La somme des temps théoriquement nécessaires à la mise en place des 557 000 m<sup>3</sup> de béton qui, en fin 1950 restaient à effectuer représentait donc, tout calcul fait, un délai de mise en place de 6 760 heures.

Il va sans dire que pendant deux campagnes dont chacune s'étend du 1<sup>er</sup> mai jusqu'au 1<sup>er</sup> novembre, c'est-à-dire, en fait, pendant douze mois, il n'est pas difficile, théoriquement, de trouver le nombre d'heures nécessaires à condition, toutefois, de travailler à trois postes, c'est-à-dire 24 heures sur 24. En réalité, la mise en place de ces grandes masses de béton demande un certain nombre de précautions et, d'autre part, la nécessité d'installer un appareil de manœuvre sur le plot central avant la fin de la campagne 1951, exigeait



Tableau III. — Durée des cycles aux différents points du barrage (Prévisions).

	Culée	A	B	C	D	E	F	G	H		J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Culée
Manceuvres } 67"...	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	RG
+ t. mort } 48"...	106	102	100	96	91	88	84	80	76	72	67	63	59	56	52	48	45	41	38	34	31	28	22	
Translation A. R....	20	20	19	19	18	17	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	17	18	18	19	
J. A. 1 790 A. R.....																								
1 790 0 + 0 = 0....	241	237	234	230	224	220	215	210	206	202	197	193	189	186	182	178	175	171	169	166	164	161	156	
1 770 8,6 + 13,4 = 22	263	259	256	252	246	242	237	232	228	284	219	215	211	208	204	200	197	193	191	188	186	183	178	
1 750 22 × 2 = 44..		281	278	274	268	264	259	254	250	246	241	237	233	230	226	222	219	215	213	210	208	205		
1 730 22 × 3 = 66..				296	290	286	281	276	272	268	263	259	255	252	248	244	241	237	235	232	230			
1 710 22 × 4 = 88..				318	312	308	303	298	294	290	285	281	277	274	270	266	263	259	257					
1 690 22 × 5 = 110.				340	334	330	325	320	316	312	307	303	299	296	292	288	285	281						
1 670 22 × 6 = 132.							347	342	338	334	329	325	321	318	314									
1 650 22 × 7 = 154.								364	360	356	351	347	343	340										

que celui-ci fût monté à une cadence plus rapide que ses voisins.

Voici d'ailleurs l'ensemble des conditions qui furent imposées à l'Entrepreneur pour les bétonnages pendant ces deux campagnes :

1° Coulée de 1,50 m au maximum à intervalle minimum de trois jours, soit huit par mois de vingt-cinq jours de travail; ce rythme a pu être parfois élevé à dix levées par mois, soit une levée tous les trois jours effectifs.

2° Hauteur minimum entre deux plots voisins égale à trois levées, soit : 4,50 m.

3° Dispositif en peigne pour les plots centraux, le plot central portant les servo-moteurs devant, en 1951, avoir une avance de 9 m sur les plots adjacents.

4° Dispositif en escaliers pour les plots de rives s'épaulant de proche en proche dans les parties de fortes pentes.

5° Réduction des points bas qui déterminent le délai et compliquent les circulations de chantier ainsi que les distributions d'air, d'eau et d'électricité.

6° Recherche d'un éventail qui dégage le travail des blondins.

7° Arrivée des plots au couronnement suivant une cadence régulière, sauf pour les plots centraux.

Plusieurs programmes furent étudiés et on s'arrêta, en définitive, à un programme comportant les cubes suivants :

Campagne 1951 : 318 000 m<sup>3</sup> : temps, 4 230 h.  
Campagne 1952 : 239 000 m<sup>3</sup> : temps, 2 530 h.

La figure 2 montre, mois par mois, et pour les deux années 1951 et 1952, les levées successives dans les différentes parties du barrage, telles que prévues dans ce programme.

Avait-on dépassé la limite de l'optimisme en établissant un pareil programme qui, dès le premier mois de l'année 1951, prévoyait la mise en place de 55 000 m<sup>3</sup> de béton? La mécanique tiendrait-elle ces cadences sans panne? L'organisme humain du personnel d'exécution ne serait-il pas surmené enfin le temps serait-il avec les exécutants ou contre eux? Bref, la pratique confirmerait-elle la théorie?

La campagne commença par une grève de quinze jours qui, à vrai dire, ne surprit personne et se liquida par une convention entre les Organisations Syndicales et l'Entrepreneur, d'après laquelle des primes de rendement importantes furent accordées au personnel suivant les quantités de béton mises en place pendant chaque quinzaine. Le travail reprit vers le 22 mai, mais dès le 25, des cadences de l'ordre de 1 500 m<sup>3</sup>

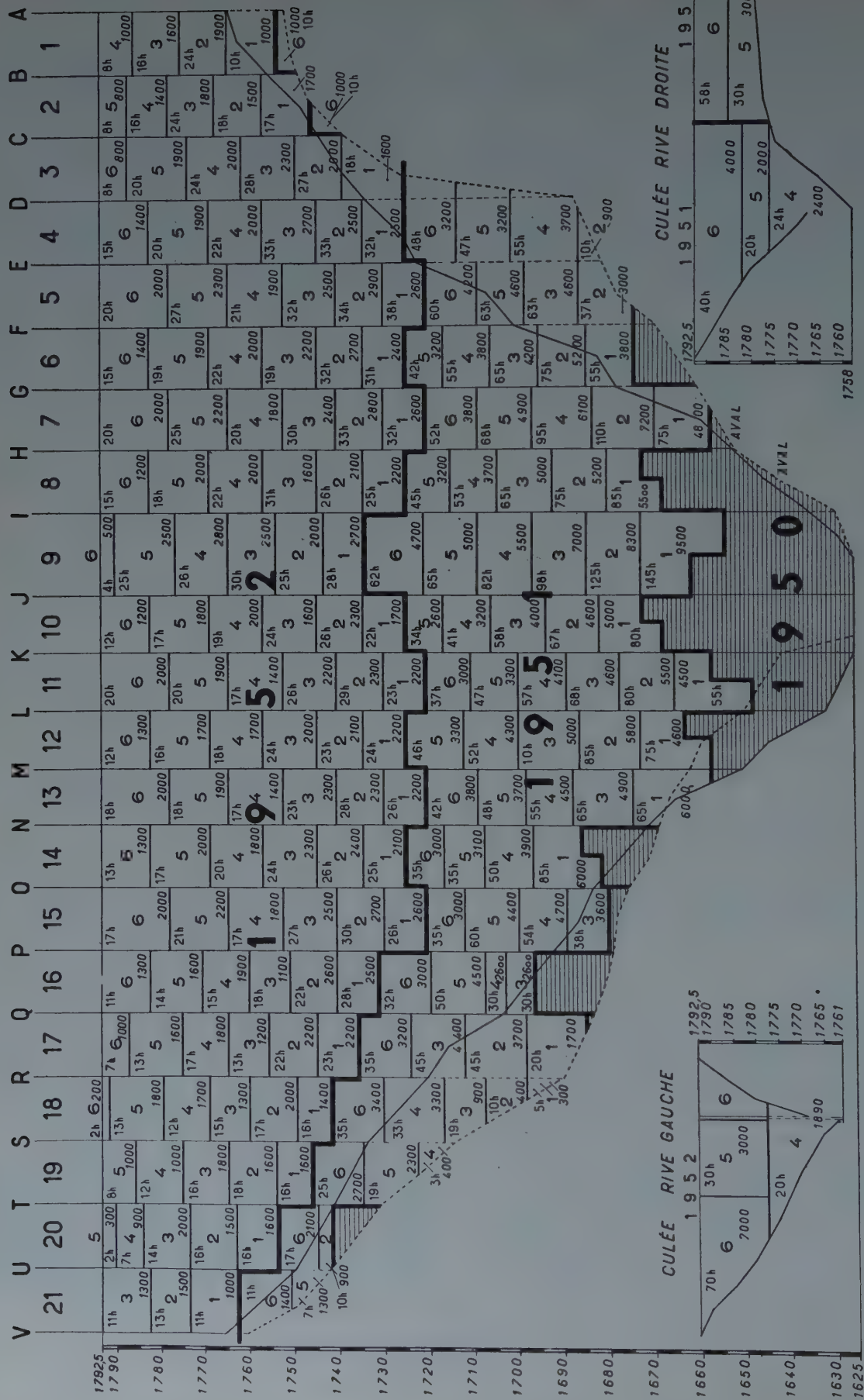


FIG. 2. — Programme de bétonnage (coupe vue amont).



de béton par jour furent atteintes; le 28, 2 100 m<sup>3</sup> et cela sans effort apparent, voire dans un certain enthousiasme. La partie était dès lors gagnée!

En juin : 47 000 m<sup>3</sup> de béton pour 26 jours de travail,  
En juillet : 57 000 m<sup>3</sup> pour 25 jours,  
En août : 61 000 m<sup>3</sup> pour 26 jours,  
En septembre : 57 000 m<sup>3</sup>,  
En octobre : 55 000 m<sup>3</sup>.

Au total, du 1<sup>er</sup> mai au 31 octobre 305 000 m<sup>3</sup>.

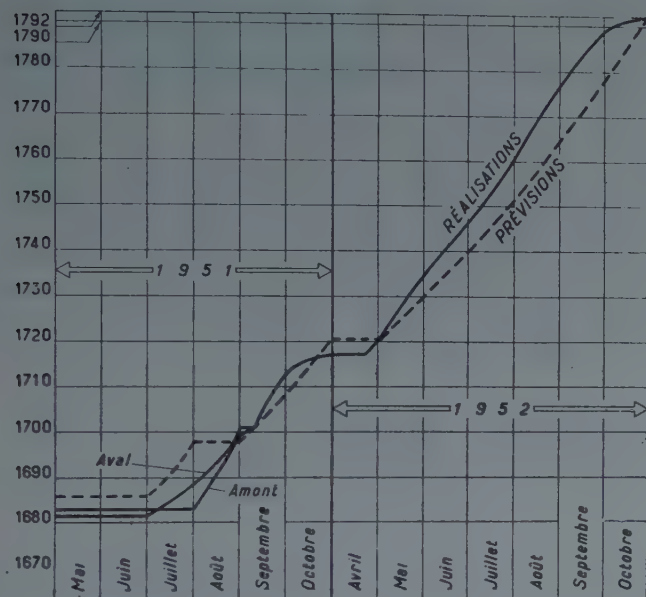


FIG. 3. — Plot n° 5.

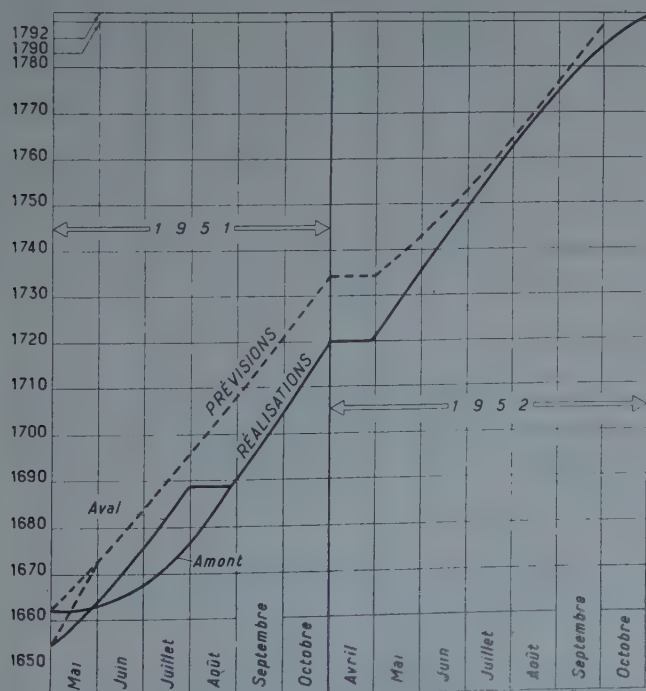


FIG. 4. — Plot n° 9.

Tout cela se faisait avec aisance; pas de surmenage ni dans le personnel, ni dans le matériel et je n'ai pas besoin de vous dire que, dans ces conditions, la campagne de 1952 n'a été qu'un jeu où l'on atteint un record de 4 500 m<sup>3</sup> dans une seule journée. Voici (fig. 3-4-5-6) quelques graphiques qui montrent combien peu diffèrent les prévisions faites en 1950 des réalisations obtenues en 1951 et 1952. Ces graphiques représentent la montée des plots telle qu'elle était prévue d'après la figure 2 et telle qu'elle fut réalisée.

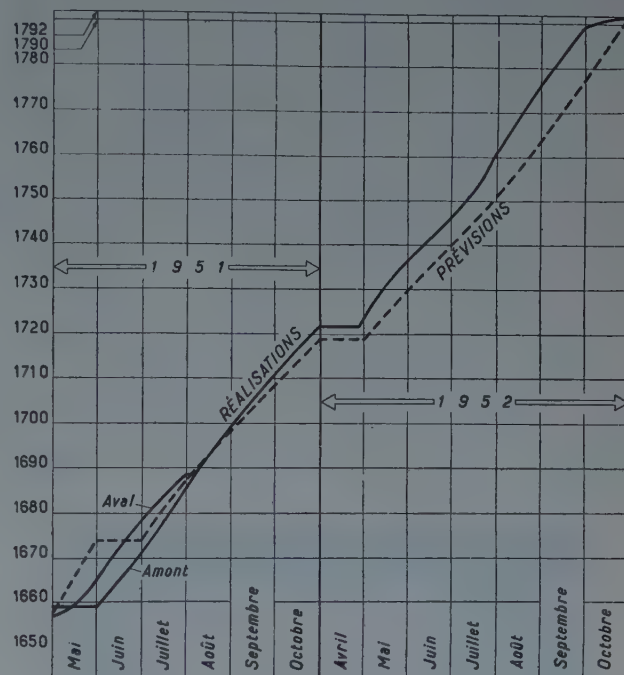


FIG. 5. — Plot n° 13.

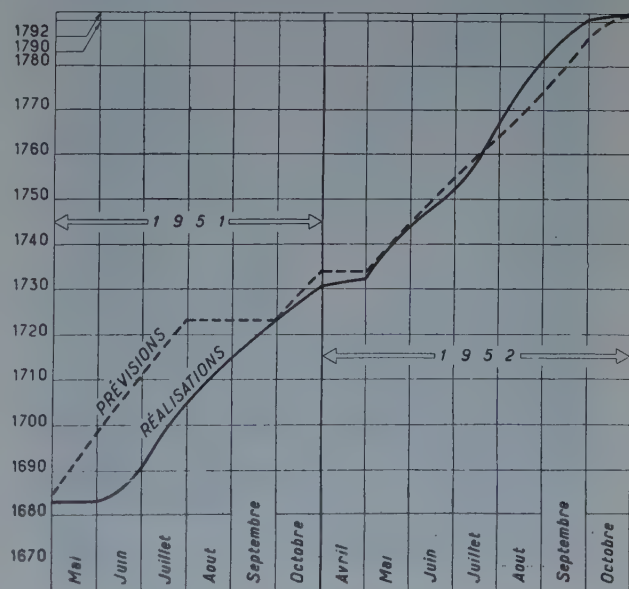


FIG. 6. — Plot n° 17.

## LES BÉTONS DU BARRAGE

Deux possibilités s'offraient dans le choix des agrégats nécessaires. A proximité même du chantier, il existait une carrière toute trouvée, semblait-il, dans les mêmes quartzites que ceux des appuis du barrage; roche d'excellente qualité, très dure et très abrasive. Toutefois l'expérience montrait qu'elle donnait peu de sable dans les concasseurs et il aurait fallu lui ajouter un sable d'appoint. La plaine de Tignes est assez riche en sable alluvionnaire, mais il eût fallu le trier. Ce sable, d'autre part, n'était pas d'une qualité extrêmement régulière et enfin, utiliser la plaine de Tignes comme lieu d'extraction, c'était se condamner par cela même à ne mettre en eau que tout à fait en fin de travaux et l'on aurait ainsi perdu les quelques 300 millions de kilowatts-heure qui ont pu être produits pendant l'hiver 1952-1953 grâce à la mise en eau du barrage de mars 1952, avant même son achèvement complet.

Aussi abandonna-t-on la solution des quartzites et l'on se rabattit sur des carrières de calcaire très abondantes, très suffisantes aussi au point de vue mécanique puisqu'elles donnaient à l'écrasement des résistances allant de 750 à 1200 kg/cm<sup>2</sup>, mais qui nécessitaient en contre partie, il est vrai, l'installation

d'un téléphérique de 400 t/h raccordant la carrière à l'installation de chantier.

La granulométrie choisie comprenait de très gros éléments à maille carrée de 100 à 200 mm, ou à maille ronde de 125 à 250 mm. La philosophie de ce choix est la suivante : considérez un béton à l'anneau maximum de 50 mm et au dosage de 350 kg/m<sup>3</sup> (fig. 7); c'est un béton riche et maniable. Introduisons ce béton dans les vides laissés par un amas d'agrégats à maille carrée de 100 à 200, on doit obtenir un béton maniable lui aussi et puisque les vides de ces agrégats sont environ la moitié du volume total, on est amené ainsi à introduire un peu plus de 0,5 m<sup>3</sup> de béton à la maille de 500 mm et au dosage de 350 kg pour 1 m<sup>3</sup> de gros béton. Autrement dit, on obtient à peu de chose près un béton au dosage de 200 kg/m<sup>3</sup> et qui, selon toutes probabilités, doit présenter une maniabilité satisfaisante. C'est sur cette idée de base que le laboratoire se mit au travail, observation faite toutefois que pour le parement un surdosage s'imposait dès le départ, pour combattre les effets du gel. L'économie d'un tel béton est évidente. D'autre part, les effets de retrait et de température sont, vous le savez, liés directement au dosage du ciment dans le béton.

Voici, extraites des rapports de chantiers, les résistances moyennes obtenues :

Tableau IV.

	MASSE	PAREMENT
« Petits » bétons	Résistance à 90 jours : 273 kg/cm <sup>2</sup> . Dosage : 250. C/E : 1,77. (Moyenne de 10 chiffres.)	Résistance à 90 jours : 319 kg/cm <sup>2</sup> . Dosage : 281. C/E : 1,89. (Moyenne de 69 chiffres.)
« Gros » bétons	Résistance à 90 jours : 299 kg/cm <sup>2</sup> . Dosage : 207. C/E : 1,71. (Moyenne de 196 chiffres.)	Résistance à 90 jours : 316 kg/cm <sup>2</sup> . Dosage : 238. C/E : 1,84. (Moyenne de 199 chiffres.)

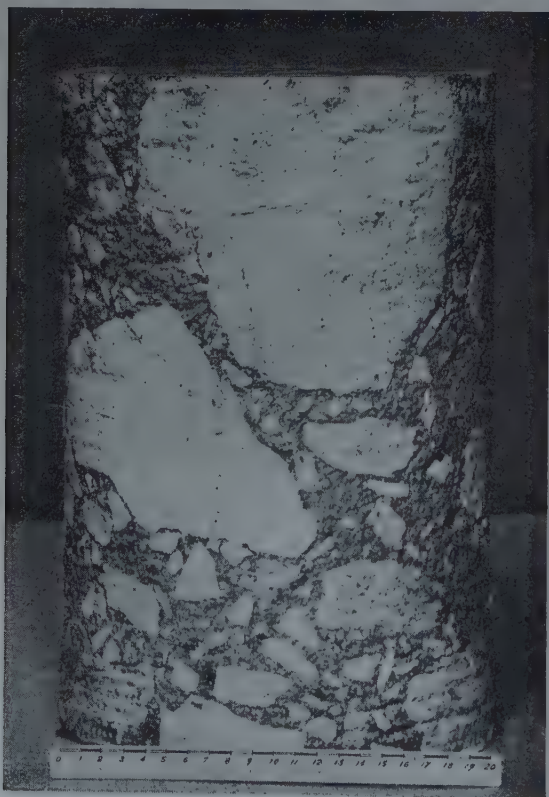


FIG. 7. — Carotte de béton à gros agrégats.

Les « gros bétons » sont les bétons à maille carrée de 200 mm; les « petits bétons » sont des bétons à maille carrée de 100 mm. Ils sont destinés à utiliser au mieux l'installation de concassage secondaire qui n'élimine pas entièrement les échantillons compris entre 50 et 100 mm.

Il résulte de la comparaison de ces différents chiffres une économie de l'ordre de 40 kg/m<sup>3</sup> de ciment, due à l'emploi de gros agrégats; cette économie est considérable pour l'ensemble de l'ouvrage.

Nous avons eu pas mal de difficultés pour mettre au point les granulométries des agrégats des différents types de béton. Jusqu'au milieu de 1951, les pervibra-



Tableau V. — Principaux bétons des installations hautes.

§	NUMÉRO DU BÉTON	CIMENT	DATE mise en service	CUBE FAIT
		kg/m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>
1	Béton de 100 mm divers (m et p) 12-X ....		Tâtonnements.	50 000
1 b	Béton de 200 mm divers (m et p) L-G ....			100 000
2	Béton continu { 100-W (masse) ..... { 100-V (parement) .....	250 280	25-9-50	26 000
3	Béton 100-18 (parement) .....	280	25-9-51	110 000
3	Béton 200 { 49 (masse)..... { 50 (parement).....	200 250	21-9-51	190 000
4	Béton 200-56 (unique) . . . . .	220	20-6-52	140 000
	Total cube installations hautes.....			590 000

En 1950. — Jusqu'au 25 septembre, essais sur les bétons de 100 mm, § 1, puis bétons W et V jusqu'à la fin de la campagne § 2.

En 1951. — Jusqu'au 21 septembre, essais sur les bétons de 200 mm et alternance de bétons de 200, à moins ou plus de 20 % de sable, car le sable est rare § 1 b, après le 21 septembre, bétons 49 et 50, § 3, alternent avec 18, § 3.

En 1952. — Même régime jusqu'au 20 juin, puis béton « unique » n° 56 jusqu'à la fin du barrage § 4 parce que la proportion de béton de masse a diminué dans le haut du barrage.

$\frac{C}{E} = 1,8$  — dosage autour de 220 kg/m<sup>3</sup>.

teurs qui, sur les plots du barrage, étaient utilisés en grand et qui pourtant étaient parmi les plus puissants que l'on connût à l'époque sur les chantiers de travaux publics, même aux États-Unis, devenaient insuffisants; le temps nécessaire à la vibration augmentait dans des conditions telles qu'il dépassait la durée du cycle des blondins et ralentissait ainsi toute la chaîne du bétonnage. Dans d'autres cas, les pervibrateurs s'échauffaient, leurs moteurs se détérioraient et on était même obligé de les changer plusieurs fois par poste.

Sans entrer dans le détail des études et des mises au point faites sur les granulométries, on a reporté sur des graphiques les courbes représentatives des granulométries principales, les plus importantes étant les granulométries n° 18 (béton à maille carrée de 100 mm) et nos 49, 50 et 56 (béton à maille carrée de 200 mm) (fig. 8 et 9).

Ces granulométries n'ont été mises effectivement en service qu'en septembre 1951 et pendant toute la période qui a précédé, on a cherché à utiliser des bétons comportant 15 % de sable environ. Certes, la diminution du sable est souhaitable à d'autres points de vue, mais on était bien obligé d'en arriver à un dosage plus faible en raison aussi du surmenage de l'installation de concassage secondaire. Les six broyeurs destinés à fabriquer ce sable ont été en effet insuffisants, tout au moins au début et il a fallu tâtonner jusqu'au mois de juillet (la campagne ayant démarré au 1<sup>er</sup> mai) pour obtenir de ces broyeurs les quantités de sable nécessaire aux granulométries souhaitées.

Cependant, le laboratoire avait, par des études faites antérieurement, clairement montré que l'on pouvait obtenir des bétons comportant environ 56 % de gros éléments et 17 % de sable et parfaitement maniables.

Cette contradiction apparente entre l'optimum du laboratoire et les granulométries effectivement recon-

nues maniables s'explique, à notre avis, par deux raisons :

Tout d'abord, la granulométrie du concasseur primaire ne permettait pas de trouver 56 % d'éléments compris entre les mailles de 100 et 200 mm, mais seulement 45 % environ.

D'autre part, ce que l'on appelle « sable » sur le chantier, est malheureusement assez loin de ce que l'on appelle « sable » au laboratoire. Les granulométries internes de cette catégorie d'agréats sont extrêmement variables (beaucoup plus sans doute que les granulométries des autres échantillons) et comportent, d'autre part, une poussière impalpable en quantité très variable; tout cela donne à la maniabilité des bétons du chantier une allure capricieuse que les essais faits antérieurement par le laboratoire ne pouvaient laisser supposer.

Si un enseignement doit être tiré de ce chantier à ce point de vue, c'est que la granulométrie interne des sables doit être fixée de près.

Il est certes facile de faire la critique après coup. Nous pensons toutefois que si nous avions à refaire cette installation de chantier qui, par ailleurs, a marqué un progrès considérable dans la technique des barrages français, nous criblerions les sables pour reconstituer une granulométrie optimum de ces sables.

A titre de commentaire, le tableau VI indique le travail des concasseurs primaire et secondaires pendant la campagne 1951. On peut y voir notamment que les broyeurs à cylindres qui fabriquaient le 3-15 et le 0-3 mm. ont été surchargés presque de 1 à 2 par rapport aux prévisions. C'est là qu'en fait se trouvait le goulot d'étranglement dans la chaîne de fabrication.

Les ciments ont fait l'objet de toute notre sollicitude; la première question qui se posait d'ailleurs était celle de la capacité de production de l'usine à laquelle nous

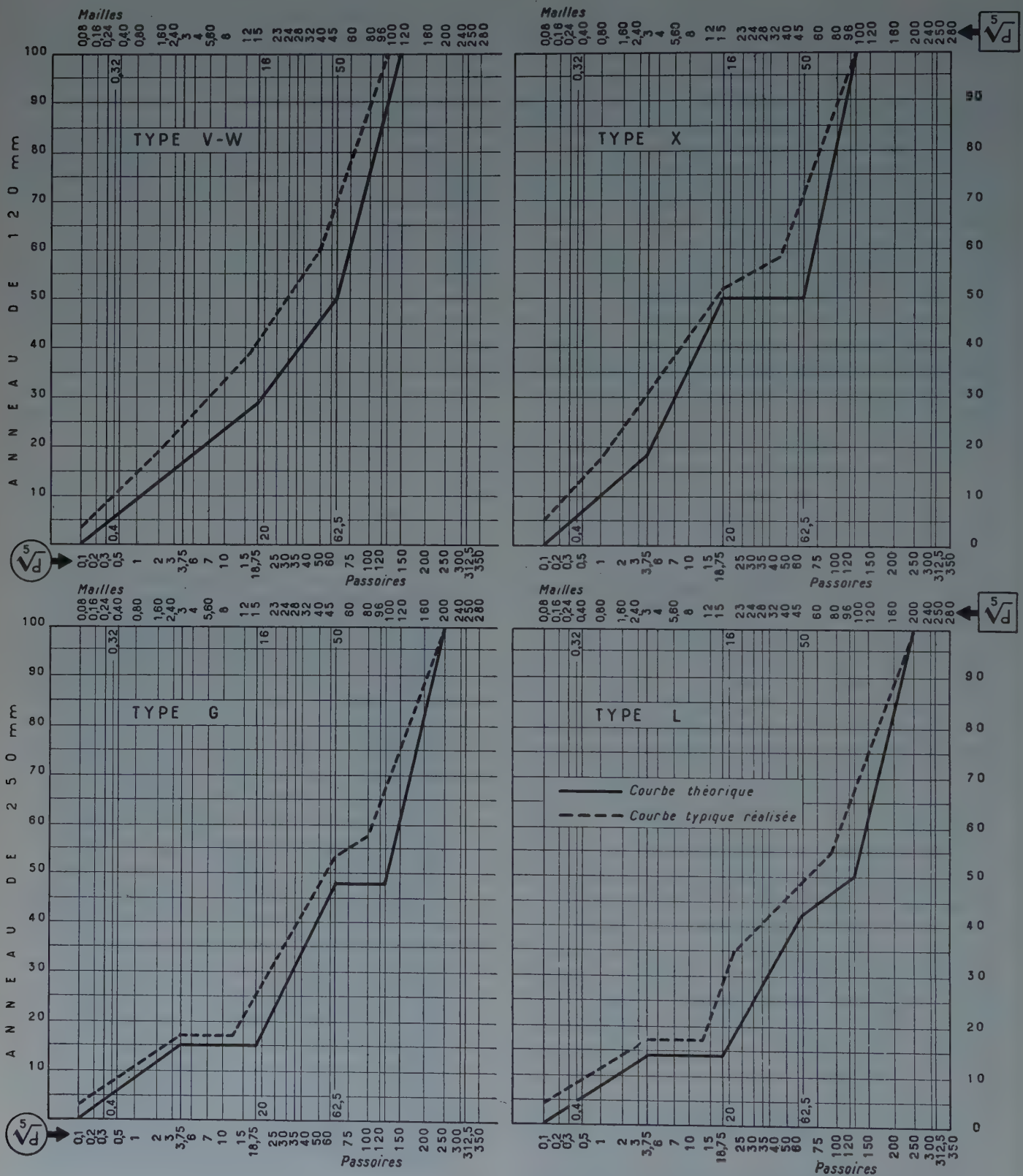


FIG. 8. — Courbes granulométriques des bétons (moins de 20 % de sable).



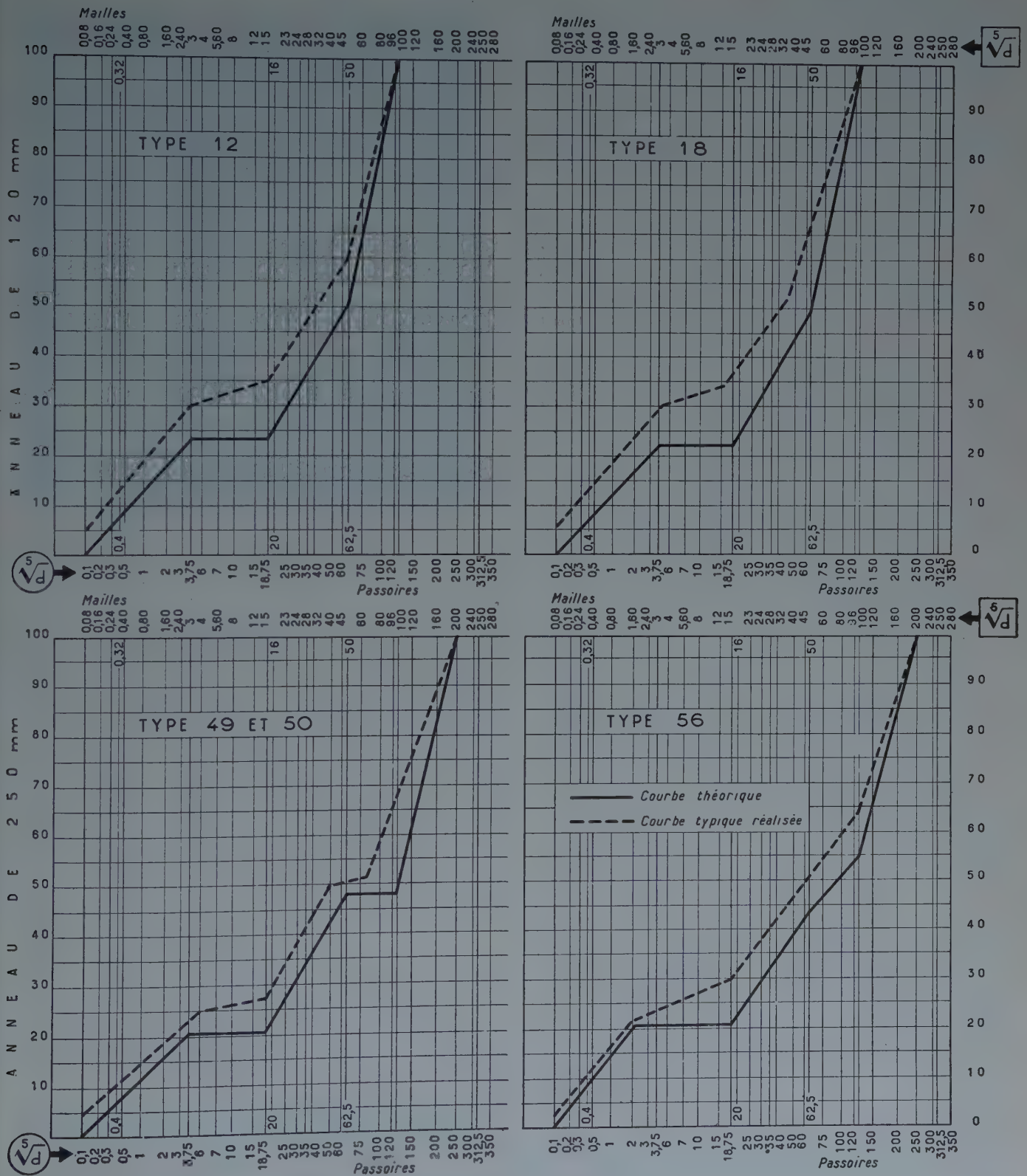


FIG. 9. — Courbes granulométriques des bétons (plus de 20 % de sable).

% moyens constatés	% prévus
--------------------------	-------------

Tableau VI. — Concassages primaire et secondaires. Campagne 1951.

NOMBRE DE CONCASSEURS	POUSSIÈRE rejetée	0 3 15 50 100 200 > 200	3 15 50 100 200 > 200	15 50 100 200 > 200	50 100 200 > 200	100 200 > 200	TOTAL
1 concasseur primaire giratoire.	# 0 —	2,8 2,5	6,5 8,7	20 15,8	21,7 29,9	46,5 43,1	2,5 0 100 100
2 concasseurs giratoires .....	# 0 —	0,1 0,6	0,3 1,8	2,6 6,1	0,5 3,6	(— 1) (— 12)	(— 2,5) 0
4 concasseurs giratoires .....	0,1 —	0,8 2,5	1,3 7,5	15,7 15	(— 17,9) (— 25)		
3 broyeurs à cylindre .....	0,1 —	0,9 2	10,3 3,9	(— 11,3) (— 5,9)			
3 broyeurs à cylindre .....	1,8 —	14,9 9,4	(— 16,7) (— 9,4)				
1 broyeur à barres .....	# 0 —	0,2 5	(— 0,2) (— 5)				
TOTAL .....	2 —	19,7 22	1,5 7,5	27 31	4,3 8,5	45,5 31	— —

comptions nous adresser pour le fournir. En 1947, alors que nous prévoyions pour les années 1951 et 1952 des campagnes de l'ordre de 200 000 m<sup>3</sup> de béton, il apparaissait déjà que les installations au Teil étaient insuffisantes. Un accord fut réalisé entre la Société et l'E. D. F. pour réinstaller au Teil un four inutilisé dans une usine du Pas-de-Calais, appartenant à la même société. En fait, comme il a été indiqué plus haut, nous avons pris en 1950 un retard certain sur les programmes, retard qu'il a fallu rattraper en 1951 et malgré toutes les précautions prises pendant l'hiver 1950-1951 pour stocker partout les plus grosses quantités possibles de ciment, ce n'est que d'extrême justesse que nous pûmes terminer les 305 000 m<sup>3</sup> de béton de cette même campagne 1951.

Au milieu des tâtonnements du début et des variations de granulométrie demandées par les exécutants, l'usine à béton a magnifiquement rempli sa fonction. Elle était, en effet, entièrement automatique. On pouvait inscrire sur des appareils d'asservissement des trémies de pesage toutes les granulométries raisonnablement utilisables et passer instantanément de l'une à l'autre par une simple manœuvre de boutons.

La photographie (fig. 10). représente le pupitre de commande de l'usine à béton et l'on aperçoit, en dessous des cadrans, les aiguilles enregistreuses du dispositif de pesage permanent qui a permis de contrôler chaque gâchée.

Cette usine à béton avait été achetée en Amérique



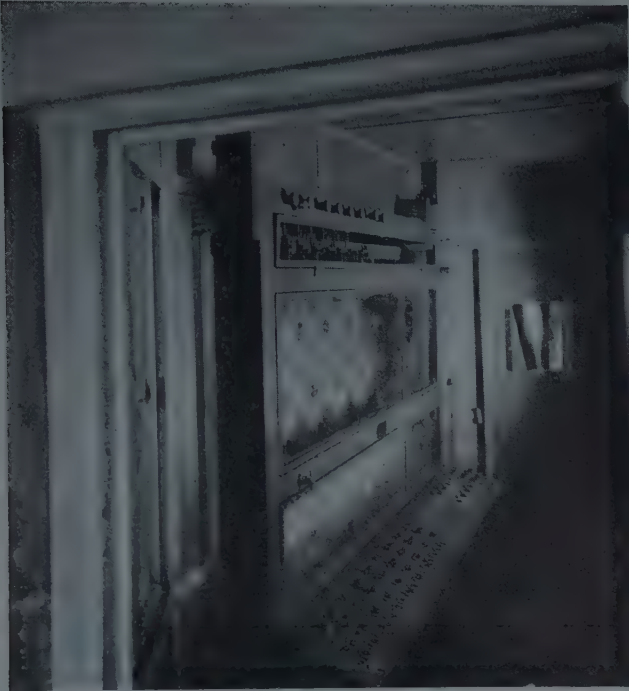


FIG. 10. — Cabine et tableau de commande de la tour à béton.

et était primitivement destinée à un autre chantier d'équipement; arrivée trop tard pour ce chantier, elle a été affectée à celui de Tignes. Comme les Américains n'ont pas l'habitude d'utiliser des agrégats de 200 mm, mais seulement de 100 mm, on a pu se demander un moment si l'usine résisterait à un flot d'agrégats aussi gros. En fait, la seule difficulté sérieuse que nous ayons rencontrée de ce côté fut le remplissage de la trémie peseuse concernant les plus gros agrégats. Pour que cette trémie se remplisse sans à-coups, il fallut intercaler entre le réservoir supérieur et la trémie, une bande chargeuse Zublin. En tous cas, le choc des pierres de 100 à 200 mm ne paraît avoir produit aucun dégât dans l'installation et pour paradoxal que cela paraisse, nous croyons bien avoir constaté que l'usure de l'acier par des gros blocs est moindre que l'usure par un débit équivalent de grains plus fins.

## LE LABORATOIRE

### a) Contrôle des ciments.

La cadence de 45 000 m<sup>3</sup> par mois dans les bétonnages correspondait à des arrivages mensuels de plus de 10 000 t en gare de Bourg-Saint-Maurice par les wagons trémies de 27 t, groupés par rames de 600 t.

En fait, chaque année, et sauf pendant le dernier mois précédant la fin de chaque campagne annuelle, nous

eûmes le temps d'effectuer les essais à sept et vingt-huit jours, puis à sept jours seulement, des échantillons de ciment dans notre Laboratoire de Bourg-Saint-Maurice, avant même que le ciment soit expédié vers le chantier.

Le Laboratoire de la Ville de Paris avait été choisi comme arbitre en cas de divergences entre nos essais et ceux faits au laboratoire de l'usine et d'ailleurs cette circonstance ne se produisit à aucun moment.

Les essais étaient ceux des normes de l'AFNOR, mais agrémentées de certaines variantes :

1° Le ciment double cuisson entrant dans la catégorie CPA ou CPB 250/315, les résistances à la traction furent portées de 20 à 22 kg à sept jours et de 25 à 28 kg/cm<sup>2</sup> à vingt-huit jours.

2° Les mesures normales de résistance (sept jours et vingt-huit jours) furent complétées par des mesures effectuées à deux jours. Ceci était nécessité par le fait que le chantier de Tignes consommait plus de ciment que l'usine ne pouvait en produire pour E. D. F., de sorte qu'en fin de campagne on disposait de très peu de temps pour effectuer les essais.

3° Les essais de tamisage furent remplacés par des opérations de flourométrie effectuées systématiquement sur tous les échantillons.

4° Des déterminations de chaleur d'hydratation furent faites sur quelques échantillons en pâte pure à 37°, par la méthode de dissolution employée par le Laboratoire Central du Teil, érigée pour le cas d'espèce en méthode standard.

Le Laboratoire de la Ville de Paris nous signala certains gonflements à l'eau chaude (essais aux aiguilles Le Chatelier) alors que nos essais sur les mêmes prélèvements ne donnaient lieu à aucune constatation de ce genre. On pense que cette divergence est due à la différence de durée des transports entre l'usine et le Laboratoire de la Ville de Paris (trois jours) d'une part, et l'usine et notre laboratoire à Bourg-Saint-Maurice (six jours) d'autre part. Ce supplément de délai suffisait à éteindre la petite quantité de chaux existant dans le ciment lors de sa mise au silo qui coïncidait avec les prélèvements de l'échantillon.

Nous avons constaté fréquemment le phénomène de fausse prise, décelé facilement au moyen de la sonde de Vicat. On admet généralement que la fausse prise est due à une déshydratation partielle du gypse incorporé au clinker, produite par l'échauffement dans les broyeurs. Il semble que les fabricants de ciment devraient se préoccuper davantage de cet inconvénient dont la cause est connue et qui est gênant dans les grands chantiers.

Voici (tableau VII et figure 11) les résultats auxquels nous ont conduits les essais de ciment à notre laboratoire, chaque échantillon portant sur une fourniture de 600 t environ était soumis à la série complète des essais de traction et de compression.

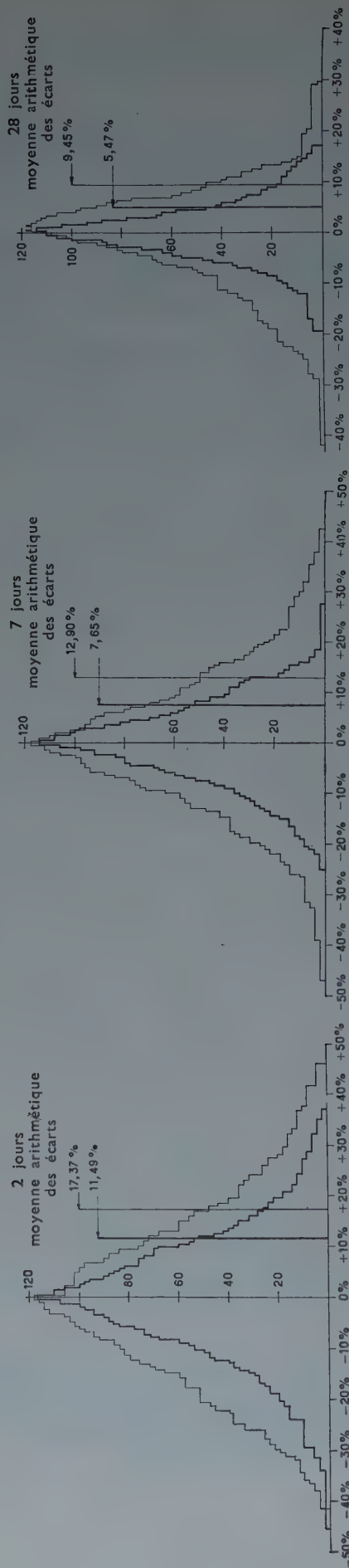


FIG. 11. — Prélèvements de ciment. Dispersion des résultats de ruptures de mortiers normaux.

Granulométrie n° 56 de 220 mm

Dosage : 220 kg/m<sup>3</sup>

57 prélèvements

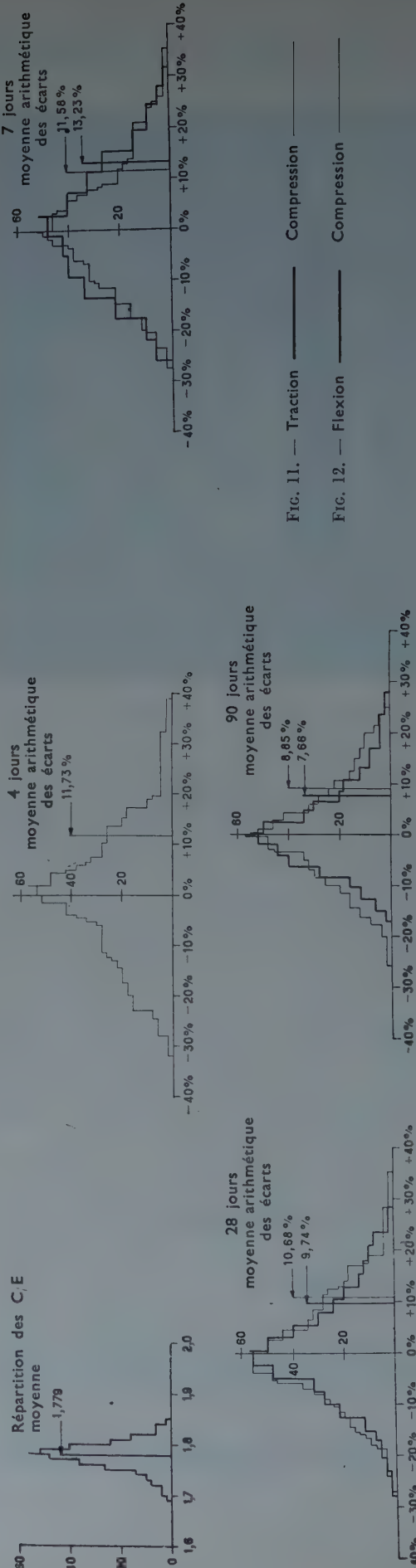


FIG. 11. — Traction — Compression

FIG. 12. — Flexion — Compression

FIG. 12. — Prélèvements de béton. Dispersion des résultats de ruptures.



Tableau VII. — Essais normalisés du ciment par le laboratoire E. D. F.

TRACTION kg/cm²					AGE	COMPRESSION kg/cm²			
Constaté			Marché	AFNOR		Constaté			Marché et AFNOR
1950	1951	1952				1950	1951	1952	
21	22,75	21,12			2 jours	236	207	218	
28,42	31,60	30,29	22	20	7 —	368	358	377	250
35,48	38,26	38,82	28	25	28 —	518	520	577	315
Nombre d'échantillons					{	1950.....	88		
						1951.....	120		
						1952.....	118		

## b) Contrôle des bétons.

Les études de bétons discontinus à la suite desquelles furent mises au point les granulométries employées sur le chantier ont été faites par notre laboratoire. Les premiers essais de ce laboratoire montraient que l'on pouvait obtenir d'excellents bétons discontinus et très maniables comprenant jusqu'à 56 % des agrégats à la maille carrée de 100 à 200 mm avec 17 % de sable (maille carrée de 0,3 mm), 27 % de gravier (maille carrée de 15 à 50) et 200 kg de ciment par mètre cube.

La seule difficulté était d'insérer le pervibrateur dans cette masse; mais une fois le pervibrateur engagé, la masse se mettait en état de liquation sans plus de peine.

En fait, ces résultats n'ont pu être généralisés dans la pratique du chantier, car on ne trouvait pas dans le produit du concasseur primaire les 56 % de gros agrégats qui eussent permis de le faire et, comme il a été dit plus haut, on utilisa des granulométries à la maille carrée maximum de 100 mm conjointement avec les granulométries de 200 mm ou, comme pour les derniers mois de 1952, un béton mixte (granulométrie 56) dans laquelle on s'est contenté de retirer le 3/15 sans chercher à créer le deuxième palier par élimination du 50/100.

D'autre part, l'insuffisance de production de sable par la station de recriblage a, jusqu'en septembre 1951, retardé la mise au point sur le tas de ce béton de 200 que les essais de laboratoire permettaient de considérer comme maniable.

Des analyses effectuées par notre laboratoire et par celui de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics décelèrent dans le calcaire des proportions de silice variant de 1 à 15 %.

On pouvait craindre une action néfaste de cette silice sur les alcalis du ciment. Heureusement, le ciment contient une proportion nulle ou très faible (de l'ordre de 0,15 %) d'alcalis libres. Les phénomènes d'alcali-réaction ne peuvent donc pas se produire, quelle que soit la réactivité des agrégats.

Par ailleurs, le barrage s'appuyant sur des quartzites et le béton du début (usine basse) contenant une forte proportion de ces pierres, on procéda à des essais de réaction alcaline sur des échantillons de cette roche. Ces essais effectués par la méthode du « Bureau of Reclamation » tant aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics qu'à notre laboratoire de Bourg-Saint-Maurice, montrèrent que les pierres examinées se classent dans la catégorie des agrégats inoffensifs. Aucune réaction n'est donc à craindre, même si le ciment contient par hasard une proportion d'alcali libre anormale.

\* \*

Les études antérieures ayant montré l'efficacité du Darex pour renforcer la résistance du béton au gel, ce produit fut utilisé à peu près systématiquement dans le barrage.

Effectivement tous les prélèvements de bétons qui furent soumis au froid artificiel accusèrent de bonnes résistances aux efforts mécaniques après cinquante ou cent cycles de gel entrecoupés de réchauffage, ainsi qu'une perméabilité faible ou nulle après un nombre d'alternances variant de 25 à 300. Quant aux échantillons ne contenant pas d'entraîneur d'air, leur résistance à la flexion était voisine de 0 après gel et leur résistance à la compression diminuait d'environ un tiers après cinquante cycles et la moitié après cent cycles.

On sait que la « farine » dans le béton entrave l'entraînement de l'air (on le mesure au moyen d'un appareil dénommé Acme-air-meter). On peut généralement remédier à cela en augmentant la dose de Darex. Nous l'avons vérifié dans une étude qui a confirmé, de plus, les points suivants :

1° La suppression de farine (jusqu'à 0,1 mm) permet, avec la même quantité de Darex, d'augmenter la proportion d'air occlus mesurée tout en améliorant la maniabilité; les résistances aux efforts mécaniques restent du même ordre, mais la résistance au gel est considérablement accrue;

2° Il ne paraît pas intéressant de dépoussiérer au delà de 0,1 mm;

3° Avec une quantité de Darex suffisante et constante, lorsque la proportion de farine augmente, l'entraînement d'air diminue et les résistances croissent jusqu'à un maximum qui paraît correspondre à une proportion d'air comprise entre 2,8 et 5 %;

4° Comme il est indiqué ci-dessus, en augmentant la quantité de Darex, on augmente la quantité d'air, mais si on dépasse 5 % d'air, toutes les résistances diminuent. Cette dernière condition rend indispensable une surveillance attentive de l'entraîneur d'air.

Au chantier, on effectua journallement une dizaine de mesures d'air occlus jusqu'en août 1951; on réduisit ensuite la cadence à cinq ou six par jour, car le sable étant toujours assez chargé en farine, il fut bientôt avéré qu'on ne risquait absolument pas de dépasser une proportion d'air admissible. Même en employant 4 cm<sup>3</sup> de Darex par kilogramme de ciment, on ne trouvait pas plus de 3 % d'air. Il fut question un certain moment d'abandonner l'entraîneur d'air jugé inefficace dans les conditions d'emploi au barrage, étant donné la faible proportion d'air mesuré correspondant aux doses usuelles du Darex.

Mais la conclusion des essais de gel au laboratoire était formelle : même si la mesure effectuée à l'Acné-air-meter indique une proportion d'air assez faible (1,6 % par exemple), le Darex est efficace contre le gel. Pour cette raison, on a continué l'emploi de l'entraîneur d'air en forçant un peu la dose dans l'espoir d'entraîner un peu plus d'air.

\* \*

Le contrôle de la qualité du béton était réalisé au moyen de deux prélèvements journaliers comprenant diverses éprouvettes : cylindres de 30 cm de diamètre, et prismes de 28 x 28 x 113 cm et, à cadence plus espacée : des cylindres de 50 cm de diamètre et 30 cm de hauteur pour mesures de perméabilité en cours de gel et des cylindres de 60 cm de diamètre et de 90 cm de haut destinés à être écrasés à la presse de 2 000 t.

De plus, de nombreuses analyses granulométriques avec détermination de la proportion d'humidité du sable étaient faites sur les agrégats jusqu'à 50 mm (trois à dix par jour selon nécessités).

La résistance du béton, mesurée sur les éprouvettes ci-dessus à différents âges, dépend évidemment des paramètres habituels : dosage en ciment, proportion d'eau, granulométrie, qui ont subi d'assez nombreuses vicissitudes. De sorte que les mesures présentent une dispersion, mais qui n'est pas tellement plus grande que celle des ciments eux-mêmes (fig. 12).

D'autres carottes prélevées *in situ* ont subi des épreuves de compression. On retrouve, là encore, l'influence des variations de composition du béton. Mais aux causes habituelles de dispersion s'en ajoute une qui est imputable au mode de prélèvement; les efforts de torsion et de flexion nécessités par les opérations d'extraction des carottes produisent dans ces pièces des amorces de rupture qui ne manquent pas d'influer de

façon néfaste sur les mesures de résistance. Par exemple, sur quarante carottes rompues à un an après conservation dans les mêmes conditions, nous avons trouvé une résistance moyenne de 357,2 kg/cm<sup>2</sup>, avec 239 et 532 comme valeurs extrêmes.

Les mesures de perméabilité effectuées au Laboratoire de la Ville de Paris sur carottes prélevées dans le béton du barrage et poussées jusqu'à la pression de 20 kg/cm<sup>2</sup> sur des carottes de 20 cm d'épaisseur, ont montré que ce béton est imperméable dans les conditions des essais. Cela laisse bien augurer de l'étanchéité de l'ouvrage car, au niveau où la pression de l'eau de la retenue pourra atteindre 16 kg/cm<sup>2</sup>, l'épaisseur de béton est supérieure à 40 m.

## LE MODÈLE RÉDUIT

En mesurant sur un modèle réduit du barrage les déformations des parements lorsque l'on met ce petit ouvrage en eau, on peut calculer les efforts que supporte la matière de ce modèle et on peut espérer se faire une idée précise des efforts qui se produisent dans le barrage lui-même.

Ce procédé est évidemment séduisant; il permettrait, semble-t-il, de vérifier les calculs auxquels on s'était livré sur le barrage lui-même. En poussant les choses à l'extrême, on pourrait concevoir de remplacer la note de calculs par les résultats expérimentaux donnés par le modèle.

Les déformations de la surface du barrage réduit s'étudient à l'aide de strain-gages collés sur les parements et disposés autour du point choisi, comme les trois côtés d'un triangle équilatéral (rosette) (fig. 13).

Voici d'abord les formules qui permettent, à partir des trois déformations mesurées  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ ,  $\epsilon_3$ , de remonter aux contraintes principales correspondantes (tableau VIII).

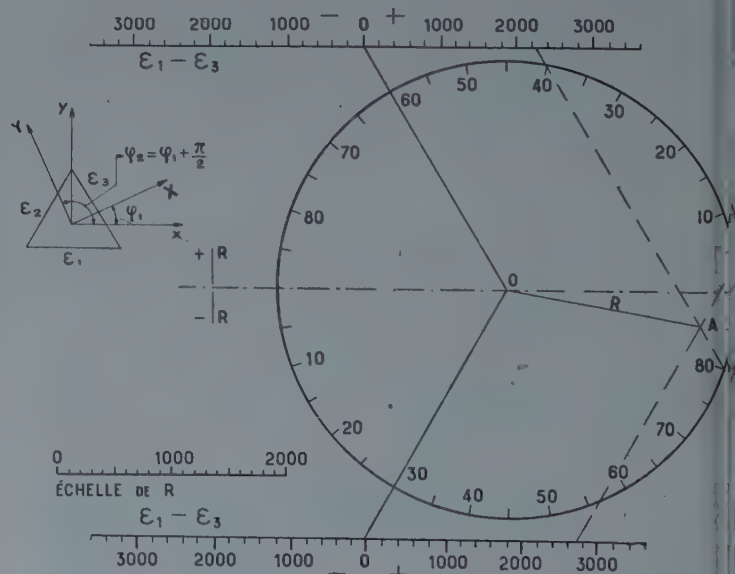


FIG. 13. — Abaque pour la résolution des rosettes équilatérales.



Tableau VIII.

**Résolution des « rosettes » et calcul des contraintes.**

Exemple : Rosette A du groupe 7 sur le parement amont immergée à la profondeur de 58,2 m sur l'ouvrage.

Mesures moyennes (facteur de jauge = 0,66).

$$A_j : \frac{\Delta R}{R} = 1\,435 \times 10^{-6} \quad \varepsilon_1 = 2\,153 \times 10^{-6}$$

$$A_r : \frac{\Delta R}{R} = -382 \quad \varepsilon_2 = -573 \times 10^{-6}$$

$$A_b : \frac{\Delta R}{R} = -56,5 \quad \varepsilon_3 = -85 \times 10^{-6}$$

**Déformations principales.**

$$\varepsilon_{\varphi_1} = \left( \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3} \right) + \left[ \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3) + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{3 \cos 2\varphi_1} \right]$$

$$\varepsilon_{\varphi_2} = \left( \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3} \right) - \left[ \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3) + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{3 \cos 2\varphi_1} \right]$$

$$\text{Emploi de l'abaque} \begin{cases} \varepsilon_{\varphi_2} = 2183 \times 10^{-6} \\ \varepsilon_{\varphi_1} = -1187 \times 10^{-6} \\ \varphi_1 = 85^\circ \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} 2\varphi_1 = \frac{\sqrt{3}[(\varepsilon_1 - \varepsilon_3) - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)]}{(\varepsilon_1 - \varepsilon_3) + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}$$

**Contraintes principales de l'ouvrage.**

$$\begin{aligned} \text{Échelle du modèle : } 1/250 \\ E (\text{modèle}) = 60 \text{ kg/cm}^2 \quad \nu = 0,5 \\ \sigma_N = 5,82 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\varphi_1} = 250 \times \frac{E}{1 - \nu^2} (\varepsilon_{\varphi_1} + \nu \varepsilon_{\varphi_2}) + \frac{\nu}{1 - \nu} \sigma_N$$

$$\sigma_{\varphi_2} = 250 \frac{E}{1 - \nu^2} (\varepsilon_{\varphi_2} + \nu \varepsilon_{\varphi_1}) + \frac{\nu}{1 - \nu} \sigma_N$$

$$\sigma_{\varphi_1} = 4 \quad \sigma_{\varphi_2} = 37,5$$

Les observations nécessaires pour déterminer  $\varepsilon_1$   $\varepsilon_2$   $\varepsilon_3$  représentent déjà un dispositif expérimental assez compliqué et les calculs dont je viens de vous esquisser la méthode sont passablement laborieux (figures 14, 15, 16, 17).

En fait, ils n'atteignent pas le résultat cherché pour la raison suivante :

Si l'on fait choix d'un modèle au 1/1 000, constitué de la même matière que le barrage lui-même et mis également en charge avec de l'eau, comme dans la réalité, si d'autre part pour le modèle on fait choix comme unité du millimètre et du mètre pour le barrage lui-même, les dimensions des deux ouvrages s'exprimeront avec les mêmes nombres 180 par exemple pour la hauteur, 45 pour la largeur à la base, 15 pour la largeur en crête, etc.

Mais, en raison de l'homogénéité des dimensions des deux membres de ces différentes équations, les coef-

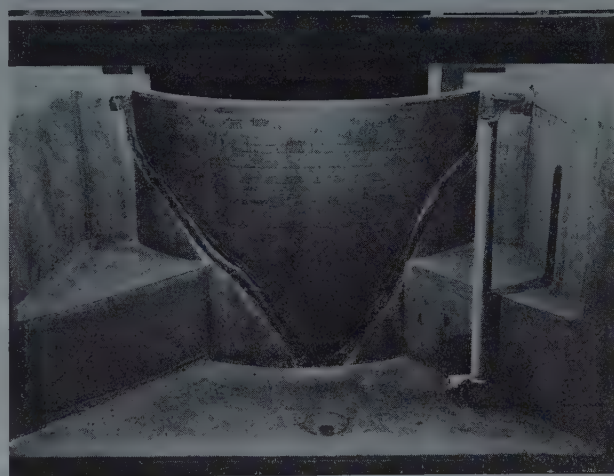
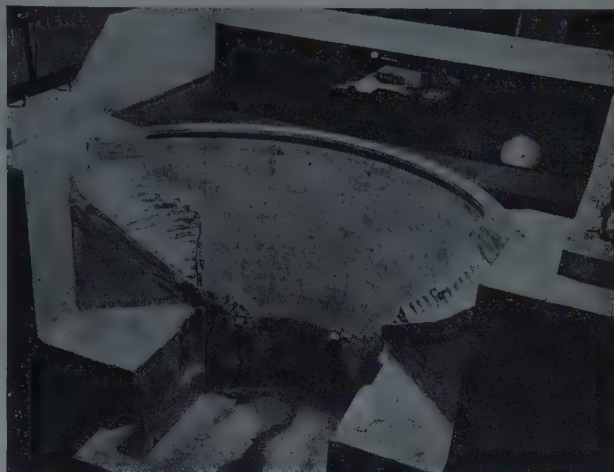


FIG. 14 et 15. — Modèle réduit avant la mise en place des strain-gages.  
En haut face aval, en bas face amont.



FIG. 16. — Modèle réduit face aval, après la mise en place des strain-gages.



FIG. 17. — Modèle réduit : mesures électriques strain-gages. On distingue devant l'opérateur de gauche la cuve à eau dans laquelle se trouve le modèle réduit.

coefficients numériques qui figureront dans les équations relatives au modèle seront, après simplification, les mêmes que les coefficients numériques des équations du barrage lui-même. Il en résultera que les déformations du barrage seront exprimées en mètres par les mêmes nombres qui mesureront en millimètres les déformations du modèle.

Il va sans dire que, si au lieu d'un rapport 1 000, nous avions pris le rapport 250, comme ce fut le cas pour le modèle qui fut construit, le même raisonnement eût conduit à des résultats analogues.

Ce qui est vrai des équations générales, l'est aussi et pour la même raison des équations à la surface.

Les fonctions  $u$ ,  $v$ ,  $w$ , seront de même forme, comporteront les mêmes coefficients numériques dans l'un et dans l'autre cas, mais un des systèmes donnera les déformations en mètres, l'autre en millimètres.

Le raisonnement montre alors que les valeurs que nous trouverons dans l'un et dans l'autre cas pour  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , d'après les équations de Lamé, seront dans le rapport 1 000, c'est-à-dire le rapport

$$\frac{\text{dimension du barrage}}{\text{dimension du modèle}}$$

Si nous constituons le modèle par une matière différente de celle du barrage, les coefficients  $\lambda$  et  $\nu$  ne sont plus égaux à ceux du barrage et ils sont, pour le modèle,  $K$  fois plus grand que pour le barrage.

On voit immédiatement que les fonctions  $u$ ,  $v$ ,  $w$ , du modèle seront  $K$  fois plus petites que celles obtenues précédemment mais, qu'en définitive, les valeurs  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  n'en seront pas modifiées.

Mais ceci n'est vrai que si les  $\lambda$  et  $\nu$  du modèle sont proportionnels à  $\lambda$  et  $\nu$  du barrage réel, c'est-à-dire si l'on peut écrire

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\nu'}{\nu} = K.$$

Dans le cas contraire, on ne peut plus dire que les

valeurs de  $u'$ ,  $v'$ ,  $w'$ , du modèle sont proportionnelles aux valeurs de  $u$ ,  $v$ ,  $w$ , du barrage lui-même, ni que les  $N$  et les  $T$  restent les mêmes.

Pour que les coefficients  $\lambda$  et  $\nu$  soient proportionnels, il faut que les coefficients de Poisson soient égaux car le coefficient de Poisson est par définition :

$$\frac{\lambda}{2(\lambda + \nu)}$$

Il semble bien que cette difficulté soit résolue sur le plan théorique par un artifice de calcul dû au *Service d'Études et Recherches d'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE* et qui consiste, lorsque l'on opère sur des modèles en caoutchouc par exemple, dont le coefficient de Poisson est de 0,50 (contre 0,25 pour le béton), à introduire dans les calculs une température fictive entraînant une certaine dilatation de la matière dans toutes les directions : cette température varie d'un point à un autre d'après les contraintes calculées sur le modèle (1).

Mais il va sans dire que cet artifice ne va pas sans alourdir encore la marche des calculs numériques et, pour être complètement résolu, le problème exige d'ailleurs que l'on expérimente sur deux modèles de coefficients de Poisson différents.

D'autres difficultés résultent de l'anisotropie des matériaux constituant le modèle réduit : par exemple, le caoutchouc est livré au commerce en bandes obtenues par laminage et la matière possède en fait, trois coefficients d'élasticité différents dans trois directions rectangulaires.

D'autres résultent de la difficulté de représenter convenablement l'élasticité relative des matériaux du barrage et de sa vallée dans le modèle.

Il semble, dans ces conditions, qu'il faille attendre encore des perfectionnements techniques et théoriques avant que des calculs simples permettent de passer par ce procédé à la valeur des efforts qui se produiront dans l'ouvrage réel.

Dans le rapport qu'ils ont présenté à la suite de la construction du Boulder-Dam, les ingénieurs américains du Bureau of Reclamation qui, eux aussi, avaient construit et essayé un modèle réduit en caoutchouc s'étaient proposé un but plus modeste, à savoir de vérifier la méthode de calcul employée pour l'ouvrage principal, la Trial. Load. Ils constatent des différences sensibles entre les résultats de cette méthode appliquée au modèle lui-même et les observations faites directement sur le modèle et ils ont pensé pouvoir attribuer ces différences aux caractéristiques du modèle plutôt qu'à la méthode de calcul ; ils estiment d'ailleurs que le modèle en plâtre qui avait fait l'objet d'un rapport antérieur donnait des résultats plus précis.

On ne saurait, à notre avis, en tous cas, mettre trop de prudence dans les interprétations à donner aux efforts et aux déformations relevés sur de pareils modèles.

(1) N. D. L. R. — Cette question d'ailleurs a fait l'objet d'un article récent dans les « Annales des Ponts et Chaussées » signé de MM. NIZERY-REMENIERAS et BEAUJOINT.



## LA GALERIE D'AMENÉE

Voici (fig. 18) une photographie montrant l'excavation avant la mise en place de la tôle blindée et du béton de bourrage; l'échelle est donnée par l'écartement des rails qui est de 1,50 m. La forme ovoïde de cette galerie était rendue nécessaire pour amener et mettre en œuvre correctement le béton de remplissage. Voici une photo montrant le blindage mis en place avant le bétonnage (fig. 19).

Bien entendu, cette galerie doit pouvoir supporter la totalité de la charge hydrostatique à barrage plein et de plus les surcharges passagères correspondant aux coups de bélier, soit au total  $21 \text{ kg/cm}^2$ .

D'autre part, en raison de la fissuration du rocher encaissant le long du parcours de la conduite, on pouvait craindre que le blindage pris par l'extérieur s'arrache du béton; aussi avons-nous jugé préférable de maintenir au-dessus de la conduite une galerie de drainage que l'on voit sur la figure 20).

Le blindage a été calculé comme s'il devait résister

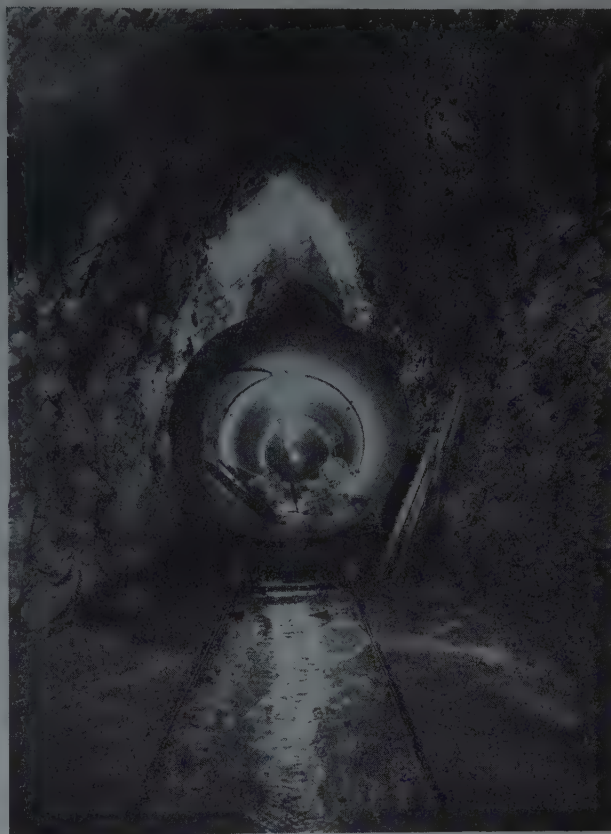


FIG. 19. — Viroles de blindage dans la galerie d'amenée des Brévières.

seul à la pression hydrostatique, mais on a supposé, en contrepartie, qu'il travaillait dans ce cas à la limite élastique de l'acier doux, soit environ  $28 \text{ kg/mm}^2$ .

Il n'en restait pas moins la difficulté de savoir comment résisterait le béton qui sépare la galerie de drainage de la tôle de blindage.

Nous avons demandé au *Laboratoire des Ponts et Chaussées* d'étudier le problème par des essais de photo-élasticité. Il a opéré sur des plaques de plexiglas de 10 et de 15 mm d'épaisseur pour la construction de maquettes à l'échelle de 1/50. On a été amené à constater d'abord que le blindage n'exerçait qu'un effet tout à fait insignifiant sur le béton de remplissage et sur le rocher voisin. D'autre part, il a semblé qu'on pouvait sans grand inconvénient remplacer l'ensemble hétérogène rocher-béton par une représentation unique de plexiglas.

Moyennant cette simplification du dispositif expérimental, on constata que sur le radier de la galerie de drainage les efforts d'extension de l'ordre de  $50 \text{ kg/cm}^2$  devaient se produire. Cette constatation a obligé à ferrailer ce radier ainsi qu'on pourra le constater sur la coupe ci-jointe.



FIG. 18. — Galerie d'amenée. Bétonnage du radier terminé.

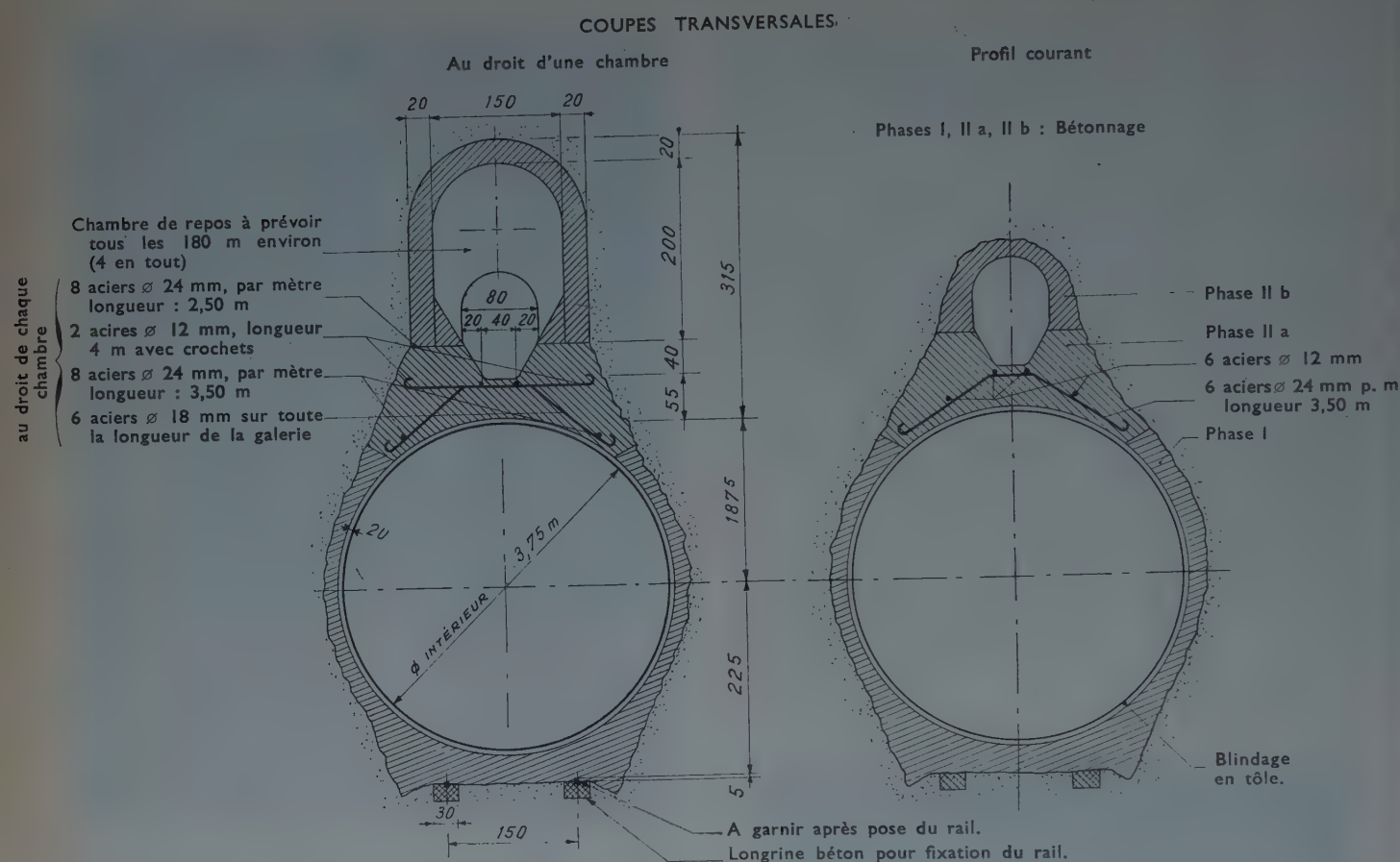


FIG. 20. — Aménagement des Brévières. Profils-types. Galerie d'amenée.

## LE PROBLÈME DE LA POPULATION

Je ne voudrais pas terminer cet exposé sans avoir dit quelques mots que vous attendez, sans doute, sur le problème des Tignards qui fut particulièrement d'actualité il y a un an, presque jour pour jour. Lorsqu'en 1947, l'Electricité de France décida de construire le barrage de Tignes et sur les instances des Pouvoirs Publics, prit l'engagement d'indemniser largement les habitants et de faciliter dans toute la mesure du possible leur reclassement, il ne semblait y voir de difficultés à prévoir que pour les agriculteurs : on privait ceux-ci, en effet, d'une centaine d'hectares de terres très riches sur lesquelles ils récoltaient les herbages nécessaires pour faire hiverner leurs troupeaux au retour de l'alpage, dans les fermes du village ; ils y cultivaient aussi les plantes vivrières nécessaires à leur propre alimentation. On ne pouvait espérer retrouver au-dessus de la future retenue des terrains équivalents. Par contre, il n'aurait pas dû y avoir de difficultés sérieuses pour redonner à la future agglomération de Tignes qu'on voulait reconstruire, une activité hôtelière, touristique et sportive. Des constatations aussi simples, une vue claire des réalités auraient sans doute

suffi pour régler paisiblement un problème qui était, bien entendu, tout de même quelque peu difficile.

Des acquisitions de terrains et de propriétés avaient été faites dans la cuvette autrefois par les ex-sociétés avant même la nationalisation. En 1946, les choses se gâtèrent quelque peu lorsque fut connue la décision officielle d'ouverture des chantiers.

Avant d'en arriver à l'expropriation, tout ce qui jusqu'au dernier moment, pouvait être proposé de raisonnable à ces braves gens le fut. Nous nous chargeâmes de les renseigner sur les possibilités d'achat de propriétés dans la région et dans la vallée du Rhône ; des visites furent organisées dans la Crau, dans la région du Monestier-de-Clermont, dans la région de Seyssel, partout enfin où il nous paraissait possible, pour ces agriculteurs, de retrouver des propriétés herbagères aussi semblables que possible à celles qu'ils avaient à Tignes. Simultanément, des garanties spéciales furent prises en leur faveur en ce qui concerne le montant de l'indemnité à leur accorder : avis d'une Commission à Chambéry, avis d'une Commission ministérielle présidée par un Conseiller d'État et composée de deux hauts fonctionnaires des Administrations Centrales de la Production Industrielle et de l'Agriculture, enfin décision ministérielle conjointe du Ministre de la Production



Industrielle et du Ministre de l'Agriculture. Bien entendu, chacune de ces étapes de la procédure amiable se marquait par un léger supplément des indemnités à accorder, mais le tort de cette population fut sans doute de ne pas comprendre qu'il n'y avait plus rien à espérer après la décision conjointe des deux Ministres et, mal conseillés, beaucoup refusèrent ces propositions. Ils se retrouvèrent quelques mois plus tard devant une Commission arbitrale d'expropriation qui leur donna des indemnités moindres que celles que leur avaient proposées les Ministres. Le dernier acte se joua en mars 1952 lorsque les vannes de fond du barrage furent baissées, l'eau se mit à monter régulièrement : cette mesure, pourtant annoncée depuis des années, trouva encore beaucoup de Tignards en complet désarroi.

Sauf quelques rares exceptions, la Presse, qui s'empara de ces événements, comme vous pouvez peut-être vous en souvenir, ne sut pas élever le débat, et donna de cette affaire une image incomplète.

Néanmoins, dès maintenant on doit constater que les agriculteurs de Tignes se sont procuré environ 600 ha de terre et des bâtiments bien supérieurs en qualité et en surface à ceux qu'ils ont abandonnés. Ils élèvent maintenant environ trois cents têtes de gros bétail, certainement bien davantage que le cheptel qui leur appartenait autrefois à Tignes. Les moniteurs de ski trouveront facilement, et c'est déjà fait pour certains

d'entre eux, à réutiliser leurs connaissances professionnelles dans la station voisine de Val d'Isère qui se développe de jour en jour.

Les hôteliers, en ne comptant que les constructions de Val d'Isère et de Tignes et un remploi sur la Côte d'Azur et en négligeant les emplois secondaires, ont plus que doublé leurs capacités, pour ne rien dire du standing très amélioré de leurs nouveaux hôtels.

Mis à part les anciens commerçants qui avaient réglé leurs affaires dès 1942, une dizaine de petits fonds de commerce ont été acquis, ce qui constitue pour les acquéreurs qui avaient, jusque là, une profession manuelle, une amélioration indéniable.

Le côté des pauvres gens qui n'avaient pas de biens au soleil et qui vivaient petitement des mille petits services qui s'échangent entre voisins dans une agglomération rurale, fut peut-être le plus difficile à régler. La loi d'expropriation est telle en effet que ces gens n'avaient droit à rien, au sens strict du mot ; pour eux, et en accord d'ailleurs avec l'Administration, on créa une indemnité dite d'éviction personnelle et, en définitive, comme le Ministre a pu l'annoncer un jour à la Chambre, les plus pauvres quittèrent la Commune avec un pécule qui leur permettra, bien utilisé, de racheter un toit modeste, il est vrai, mais suffisant pour y couler leurs vieux jours tout en continuant à s'employer à de menus travaux dans leur voisinage.

(Clichés Studios Villeurbannais.)

## CONCLUSION DU PRÉSIDENT

Je remercie M. Ligouzat de son remarquable exposé.

Le barrage de Tignes, par sa conception et sa réalisation, s'inscrit parmi les ouvrages dont la France peut s'enorgueillir.

Profitant d'un site topographiquement et géologiquement particulièrement favorable, le barrage qui a été réalisé s'intègre dans son cadre de montagne, sans le déparer.

Sa hauteur pourtant considérable et sa masse disparaissent au point que le passant a maintenant de la peine à réaliser l'importance exceptionnelle de l'ouvrage.

C'est le propre de la réussite.

Mais si du point de vue technique, l'unanimité est faite, il n'en a pas été de même du point de vue humain.

Des polémiques inconsidérées ont attisé les passions et le grand public a été souvent bien mal renseigné.

M. Ligouzat vous a dit exactement comment les choses se sont passées. Quelle patience il avait montrée, le soin avec lequel ont été étudiés tous les cas particuliers, la compréhension dont on a fait preuve envers les situa-

tions difficiles. Il a cherché à se maintenir, et c'est délicat, entre la position de l'homme d'affaires strict et sans entrailles et trop de libéralité. Il y a réussi.

Les remous sont apaisés. Les Tignards dépossédés se reclassent progressivement. M. Ligouzat vous a dit comment.

La commune elle-même va revivre. Ses hameaux subsistants ont largement profité des travaux. Tignes retrouvera sa mairie et son église au hameau des Boisses. De nombreuses constructions pourront subsister et, suivant les projets actuels de la Municipalité, constituer un centre de sports d'hiver, muni de téléferiques. Un centre sera aménagé pour les bourses modestes. Il pourra vivre de sa vie propre et sera rémunérateur.

Sans nos travaux, une telle réalisation eut été impossible, car l'avance prise par Val d'Isère dans ses aménagements touristiques rendait bien difficile le démarrage de Tignes comme centre de sports d'hiver.

Ainsi nous aurons conscience de n'avoir pas apporté à la Vallée de Tignes, la ruine, comme certains l'ont prétendu, mais la prospérité.



FIG. 21. — Le barrage de Tignes terminé.

(Photo H. Baranger.)

(Reproduction interdite.)



## DOCUMENTATION TECHNIQUE

LXX

RÉUNIE EN SEPTEMBRE 1953

### SERVICE DE DOCUMENTATION

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics peut en général fournir la reproduction *in extenso* des documents figurant à l'index analytique de documentation : sur microfilms négatifs de 35 mm qui peuvent être lus en utilisant soit un agrandisseur photographique courant, soit un lecteur de microfilms ou sur papiers positifs pour lecture directe.

Les demandes de documents doivent comporter le numéro d'ordre placé en tête de l'analyse, le titre du document et le nom de l'auteur.

#### Prix des reproductions photographiques :

Microfilms : la bande de 5 images (port en sus).....	100 F
Positifs sur papier : la page (port en sus) :	
Format 9 × 12 .....	70 F
Format 13 × 18 .....	90 F
Format 18 × 24 .....	110 F
Format 21 × 27 .....	150 F
Minimum de perception .....	250 F

Ces prix sont susceptibles de variation.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics,  
19, rue La Pérouse, Paris-XVI<sup>e</sup>.

## I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION

Les références de chaque article sont données dans l'ordre suivant : Numéro d'ordre, titre de l'article, nom de l'auteur, nom de la revue, date, numéro du fascicule, nombre de pages, nombre de planches (en fin d'analyse repère de référence).

(+) Analyses faites par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

## B. — ARCHITECTURE ET URBANISME

1-70. Contribution française à l'évolution de l'architecture. *Constructions diverses. Archit. Auj.*, Fr. (avr.-mai 1953), n° 47, 97 p., nombr. fig. — Les œuvres présentées datent toutes de l'après-guerre et se rangent dans les catégories suivantes : grands travaux et industrie, bâtiments commerciaux, édifices culturels, constructions hospitalières, clubs et habitat temporaire, immeubles de bureaux, constructions hôtelières, édifices du culte, projets de concours. E. 26093. CDU 72 : 711.

2-70. 240 000 logements par an. Ed. : Fédération Nationale du Bâtiment, Paris (1953), 1 vol., 135 p. — Voir analyse détaillée B. 917 au chapitre III « Bibliographie ». E. 26435. CDU 711 : 728 (02).

3-70. Le point de vue des usagers. HOUST (M.); *Habitation* (Compte rendu intégral Journées d'Études du C. N. A. H., 18-20 mai 1953), Fr.

(juin 1953), n° 15, p. 9-16, 10 fig., 3 réf. bibl. E. 26078. CDU 711.

4-70. Rapports entre clients, architectes, ingénieurs et entrepreneurs. HAUTECŒUR (L.); *Habitation* (Compte rendu intégral des Journées d'Études du C. N. A. H., 18-20 mai 1953), Fr. (juin 1953), n° 15, p. 21-26. E. 26078. CDU 711.

5-70. Concours de l'Office de logement. Présentation des projets. *Bâtir*, Fr. (juil. 1953) n° 32, p. 17-68, nombr. fig. — Présentation de plans, perspectives, maquettes et devis descriptifs sommaires des projets d'habitations classés par le jury d'examen du concours de l'Office de logement. E. 26603. CDU 711 : 728.

6-70. Aspects techniques du concours de l'Office de logement. *Bâtir*, Fr. (juil. 1953), n° 32, p. 70-71. — Proportions en pourcentage des diverses solutions techniques adoptées par

les concurrents pour les murs, planchers, revêtements divers, menuiseries, couverture, chauffage. E. 26603. CDU 711 : 728.

7-70. Le confort dans le travail (Comfort at work). BILLINGTON (N. S.); *J. Instn Heat Ventil. Engers*, G.-B. (juil. 1953), vol. 21, n° 215, p. 141-144, 5 fig., 2 réf. bibl. E. 26212. CDU 392.3 : 331.82.

8-70. Essai d'un système graphique pour traduire l'utilisation de l'espace dans les plans d'urbanisme. HOEHEL (A.); *Bull. tech. Suisse romande*, Suisse (11 juil. 1953), n° 14, p. 341-349, fig. E. 26107. CDU 711 : 720 : 518.3.

9-70. Techniques d'urbanisme (City planning techniques). RILEY (R. H.); *Proc. A. S. C. E. (City Plan. Air Transp. Div.)*, U. S. A. (juin 1953), vol. 79, Separ. n° 194, 8 p. E. 26189. CDU 711.

Conformément aux recommandations faites par le Conseil International de Documentation du Bâtiment (C. I. D. B.), les analyses présentées dans la *Documentation Technique* comportent leur indexation suivant les notations de la Classification Décimale Universelle (CDU). Les analyses sont publiées dans la *Documentation Technique* dans l'ordre des rubriques de la classification, du système CORDONNIER, mise au point il y a quelques années pour le rangement du fichier de documentation de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

10-70. Le couronnement des murs. Murs isolés et escaliers à l'air libre. I. Ce qui est correct et ce qui est erroné. (Abdeckung von Mauerwerk falsch und richtig. I. Freimauern und Freitreppen). DAMM (L.); *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 308-311, 36 fig. E. 26065. CDU 690.22 : 690.26.

11-70. Cités et groupes d'habitation. *Archit.*

Fr., Fr. (1953), n° 135-136 : Cité « Rotterdam-Port du Rhin » à Strasbourg, p. 3-9, 22 fig. — Groupe Beaulieu-Le Rond-Point à Saint-Étienne, p. 20-24, 14 fig. — Îlot préfinancé de Forbach, p. 25-28, 14 fig. — Cité Olivetti à Vesco-Ivres, Italie, p. 29-33, 16 fig. E. 26735. CDU 711.417 : 693.057.1.

12-70. L'unité de quartier, cité-jardin urbaine.

LURÇAT (A.); *Archit. Fr.*, Fr. (1953), n° 135-136, p. 10, 12-14; Unité de quartier, Saint-Denis. p. 15-16, 3 fig. E. 26735.

CDU 711.417.

13-70. Beauvais se reconstruit. *Tuiles-Briques*, Fr. (avr.-mai-juin 1953), n° 14, p. 7-12, 15 fig. E. 26756. CDU 728.

## C. — SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

### Ca RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

14-70. Effet sur les constructions des vents atteignant la violence d'ouragans (The effects on structures of winds of hurricane force). SAFER (H. S.); *Proc. A. S. C. E.* (Struct. Div.); U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 206, 19 p., 19 fig., 7 réf. bibl. E. 26307.

CDU 533.6 : 699.83.

15-70. La mesure des contraintes dans les constructions par la méthode de Gunnert (Het meten van spanningen in constructies volgens de methode Gunnert). TUMMERS (G. E.); *Ingenieur*, Pays-Bas (24 juil. 1953), n° 30, p. 0.47-0.53, 19 fig., 4 réf. bibl. (résumé anglais). E. 26258. 690.43 : 620.171.

16-70. Détermination du module d'élasticité au moyen d'extensomètres. *Bull. Réunion Lab. Essais Recherches Matér. Constr.* (R. I. L. E. M.), Fr. (mars 1953), n° 13, p. 73-74 (Extrait de la norme anglaise B. S. 1881-1952). E. 24856. CDU 539.3 : 620.17.

### Cac n Procédés de calcul.

17-70. La méthode de Cross et ses simplifications. IX. Procédés simples et multiples à travers parabole avec valeur constante de la projection verticale du moment d'inertie (II. fin). ZAYTZEFF (S.); *Techn. mod., Constr.*, Fr. (août 1953), t. 8, n° 8, p. 259-264, 16 fig. — Calcul d'un portique symétrique à quatre travées continues, dont deux travées centrales à travers parabole, sous l'action de charges verticales réparties sur les deux travées centrales et de charges uniformément réparties sur une seule travée centrale. E. 26621.

CDU 693.9 : 518.5.

18-70. Emploi des méthodes de relaxation dans la technique. II. III. IV (fin) (The use of relaxation methods in engineering). WRIGHT (W.); *Civ. Engng.*, G.-B. (juin 1953), vol. 48, n° 564, p. 544-546, 15 fig.; (juil. 1953), n° 565, p. 656-659, 25 fig.; (août 1953), n° 566, p. 751-753, 11 fig., 12 réf. bibl. E. 25729, 26146, 26618. CDU 539.3 : 518.5.

19-70. L'influence des encastres élastiques et des supports transversaux sur la stabilité au basculement (Der Einfluss elastischer Einspannungen und Querstützungen auf die Kippstabilität). BARBERE (R.); *Bauingenieur*, All. (juil. 1952), n° 7, p. 268-271, 8 fig., 6 réf. bibl. (Tiré de « *Struct. Engr.* », 1951, n° 29, p. 235-246). E. 23064. CDU 624.078 : 518.5.

20-70. Recherche théorique et expérimentale sur un problème d'instabilité dynamique (Di una ricerca teorico-sperimentale su un problema di instabilità dinamica). GIANGREGO (E.); *G. Genio civ.*, Ital. (avr. 1953), n° 4, p. 181-187, 10 fig. E. 25771. CDU 539.37 : 620.1.

21-70. Contribution des éléments courbes de révolution (Contributo allo studio delle lastre curve di rivoluzione). POZZATI (P.); *G. Genio civ.*, Ital. (mai 1953), n° 5, p. 249-258, 8 fig. 9 réf. E. 26369. CDU 690.236 : 518.5.

22-70. Sur la détermination des dimensions des plaques rondes élastiques sur un fond élastique (O Dimenzioniranju okruglih elastičnih

ploca na elastičnoj podlozi). SOVINIĆ (I.); *Tehnika*, Yougosl. (1953), vol. 8, n° 2, p. 290-296, 13 fig., 6 réf. bibl. (résumé anglais). E. 26112. CDU 691.413 : 518.5.

### Caf Essais et mesures.

23-70. Quelques aspects de la recherche sur les matériaux et les constructions aux États-Unis. III. Machines et appareils d'essai. DAWANCE (G.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Essais et mesures : XXVIII), p. 979-990, 14 fig. — Machines et méthodes nouvelles. Machines de fatigue « Sonntag » avec précharge statique, fonctionnant à froid et à chaud. Machines d'essais à dispositifs électroniques. Utilisation en photoélasticimétrie de matériaux nouveaux et d'un comparateur photoélectrique. Progrès des vernis fragiles. Extensomètres noyés dans le béton. Cellule triaxiale pour l'essai des sols. Mesure des densités des terrains par les rayons  $\gamma$ . Détermination de la teneur en eau des sols par comptage de neutrons. Développement de l'emploi de la tôle pliée et recherche de méthodes de calculs particulières à ce mode de construction. Mesures de déformation des roches dans les tunnels et du module d'élasticité du sol. E. 26679.

CDU 620.105 : 691.

24-70. Technique et utilisation des jauges de contraintes. VII. ZELSTEIN (U.); *Bull. tech. Bur. Veritas*, Fr. (juil. 1953), n° 7, p. 117-125, 24 fig. E. 26250. CDU 620.17 : 681.208.

25-70. Un exemple d'application des extensomètres à résistance au contrôle des calculs de la construction d'une charpente métallique en tôle pliée et soudée. *Travaux*, Fr. (août 1953), n° 226, p. 405-409, 11 fig. E. 26252. CDU 693.97 : 620.17.

26-70. Étude expérimentale (Experimental analysis). PLETTA (D. H.), FREDERICK (D.); *Proc. A. S. C. E.* (Engng Mechanics Div.), U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 224, 23 p., 13 fig., 17 réf. bibl. — Discussion des techniques et des méthodes d'essais sur les modèles et les prototypes. E. 26325. CDU 620.1.

### Ce MÉCANIQUE DES FLUIDES

27-70. Enroulements liquides et pertes d'énergie périodiques. II. III. IV (fin). BOUASSE (H.); *Chal. Industr.*, Fr. (juil. 1953), n° 336, p. 179-196, 24 fig.; (août 1953), n° 337, p. 217-232, 29 fig. — (sep. 1953), n° 338, p. 253-261, 10 fig. E. 26280, 26507, 26889. CDU 532.

28-70. Applications de la technique de la relaxation dans la mécanique des fluides (Applications of the relaxation technique in fluid mechanics). McNOWEN (J. S.), EN-YUN HSU, CHIA-SHUN YIH; *Proc. A. S. C. E.* (Engng Mechanics Div.), U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 223, 25 p., 18 fig., 9 réf. bibl. E. 26324. CDU 532 : 539.3.

29-70. Diagramme vitesse-pressure pour l'écoulement de l'air (Velocity-pressure chart for air flow). BEN BRISKIN; *Heat Pip. Air Conditionn.*, U. S. A. (août 1953), vol. 25, n° 8, p. 107-108, 1 fig. E. 26521. CDU 532.5.

30-70. Contribution à l'étude des écoulements permanents et variables dans les canaux. I. SERRE (Fr.); *Houille blanche*, Fr. (juin-juil. 1953), n° 3, p. 374-388, 14 fig. E. 26669. CDU 532.5 : 626.1.

31-70. Application à l'écoulement hydraulique de l'analogie de courant électrique. (Application of electronic flow routing analog). KOHLER (M. A.); *Proc. A. S. C. E.* (Hydraul. Div.), U. S. A. (juin 1952), vol. 78, n° 135, 11 p., 9 fig., 6 réf. bibl. — Discussion: COOPER (A. J.), CLARK (C. O.), KOHLER (M. A.); (avr. 1953), vol. 79, Separ. n° D-135, 7 p., 7 réf. bibl. E. 21311, 25837. CDU 532.5.

32-70. Les applications de l'aérodynamique à la ventilation et au chauffage des bâtiments. I. PIRIS (R.); *Chauff. Ventil. Conditionn.*, Fr. (juin-juil. 1953), n° 6, p. 12-14, 17-18, 21-22, 25-30, 32, 23 fig., 5 réf. bibl. — Méthodes et définitions. Modes de ventilation : ventilation naturelle; dynamique pure; thermique pure; mixte. Laboratoires aérodynamiques et Instituts de mécanique des fluides. Recherches aérodynamiques et documentation appliquées à la construction. Souffleries et maquettes, précision des mesures, similitudes. Exemples avec deux études relevant de la technique de laboratoire aérodynamique. Étude en vraie grandeur. Mesure du renouvellement d'air à l'intérieur des maisons occupées. Étude aérodynamique de la ventilation naturelle. Effets extérieurs, règles N. V. 1946. Effets intérieurs, ventilation dynamique, pressions ponctuelles et renouvellement d'air optimum, pressions moyennes et renouvellement d'air moyen. E. 26272. CDU 533 : 697.9 : 697.124.

33-70. Recherches en hydraulique 1947-1951 et rapport du Directeur des Recherches hydrauliques pour les années 1948-1951 (Hydraulics research 1947-1951; report of the Director of Hydraulics Research for the years 1948-1951). *Dept. Sci. Industr. Res.*, G.-B. (1952), 39 p., 11 fig., 2 fig., h. t., 12 pl. h. t. — Protection des côtes. Régulation des estuaires et des abords des ports pour réduire les frais de dragage et amélioration des chenaux d'accès. Étude des ports et des brise-lames pour réduire l'action des vagues et retarder l'envasement. La nouvelle station de recherches de Howbery Park. Études sur modèles : compte rendu de diverses études. Estuaire du Forth, rivière Wyre, déversoir du barrage de Fassideri, estuaire de la Tamise, rivière Eden, modèle idéalisé de marée. E. 25183. CDU 627.3 : 627.8 : 532.

### Ci GÉOPHYSIQUE

#### Cib Géologie. Minéralogie.

34-70. Échos du Congrès de Rome sur les pozzolanes (Echi del Convegno di Roma sulle pozzolane). *Industr. ital. Cemento*, Ital. (juin 1953), n° 6, p. 150-153. — Résumé des rapports présentés. E. 26108. CDU 552.

#### Cib m Étude des sols.

35-70. Comptes rendus du Troisième Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de fondations. Suisse, 16-27 août 1953.



(Proceedings of the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering). Ed. : Comité d'Organisat. ICOSOMEF, Zurich, Suisse, 2 vol. : I, 482 p., nombr. fig., nombr. réf. bibl.; II, 371 p., nombr. fig., nombr. réf. bibl. — I. Sessions 1 à 4 : 1) Théories et hypothèses de caractère général, propriétés des sols, classification, géologie technique; 2) Recherches de laboratoires, y compris essais de compaction, amélioration des propriétés des sols; 3) Recherches et essais du sol sur place, y compris contrôle de la compaction, stabilisation des sols, technique des observations sur le terrain; 4) Fondations des constructions et des barrages, charge admissible, observation des tassements, affaissements régionaux. II. Sessions 5 à 8 : 5) Pieux et fondations sur pieux, tassement de ce genre de fondations; 6) Routes, autostrades, aérodromes (revêtements rigides et flexibles) et leurs fondations; 7) Poussée des terres, murs de soutènement, tunnels et puits dans les sols; 8) Stabilité des talus et des digues en terre, pression de l'eau interstitielle, problèmes se rattachant aux nappes phréatiques. Rapports généraux. E. 26420, 26477.

CDU 624.131.4 (061-3) (02).

36-70. Réduction de la résistance du sol avec l'accroissement de densité (Reduction in soil strength with increase in density). FOSTER (Ch. R.); *Proc. A. S. C. E. (Soil Mechanics Foundations Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 228, 13 p., 6 fig., 10 réf. bibl. E. 26329.

CDU 624.131.4.

37-70. Appareil triaxial d'essais des sols. Réunion Lab. Essais Rech. Matér. Constr., Bull., Fr. (juil. 1953), n° 14, p. 13-14, 1 fig., 1 fig. h. t. E. 26098. CDU 624.131.3 : 620.1.

38-70. Détermination de la teneur en humidité d'un échantillon de sol (Determinação do teor de humidade de um provete de solo). *Lab. nacion. Engenharia civ. (Minist. Obras Publ.)*, Portug. (1953), Especific. E-16, série H-5, 2 p. E. 25980. CDU 624.131.3 : 697.942.

39-70. Expériences géomécaniques multiples sur le terrain (Geomchanicki terenski

opiti u velikoj razmeri). RAJCEVIC (B.); *Tehnika*, Yougosl. (1953), vol. 8, n° 2, p. 281-289, 23 fig., 5 réf. bibl. (résumé français). — En vue de préparer la détermination par les calculs statiques des dimensions des barrages. E. 26112.

CDU 624.131.3 : 620.1 : 627.8.

40-70. Essais sous charges des sols dans la zone de Miami (Load tests of soils in the Miami area). JUREIT (J. C.); *Proc. A. S. C. E. (Soil Mechanics Foundat. Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 215, 9 p., 1 fig. E. 26316.

CDU 624.131.3.

41-70. La mécanique des sols dans ses relations avec la technique de la construction industrielle (Soil mechanics in relation to structural engineering). *Struct. Engrg.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 31, n° 7, p. 190-196, 6 fig. — (Discussion de l'article de P. L. CAPPER, publié en fév. 1953; notre D. T. 27-65). E. 26037.

CDU 624.131 : 725.4.

42-70. Remaniement de la norme allemande DIN 4019. Sol des fondations. Directives pour les calculs du tassement (Neufassung von DIN 4019 : Baugrund. Richtlinien für Setzungs-berechnungen). *Bautechnik*, All. (juil. 1953), n° 7, p. 209-213, 15 fig. E. 26104.

CDU 624.131 : 389.64.

43-70. Conditions exceptionnelles de fondations rencontrées dans le projet d'aménagement de la Floride Centrale et de la Floride Méridionale (Unusual foundation conditions encountered on the Central and Southern Florida project). SHEA (P. H.); *Proc. A. S. C. E. (Soil Mechanics Foundations Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 227, 12 p., 4 fig. E. 26328.

CDU 624.131.

44-70. Analogie photoélastique pour fondations non homogènes (Photoelastic analogy for non-homogeneous foundations). CURTIS (A. J.), RICHART (F. E. Jr.); *Proc. A. S. C. E. (Engng Mechanics Div.)*, U. E. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 211, 35 p., 19 fig., 23 réf. bibl. E. 26312.

CDU 624.131 : 624.15.

45-70. Drainage pour l'habitation (Drainage for housing). B. R. S. Dig., G.-B. (juin 1953), n° 55, 5 p., 2 fig. E. 25997. CDU 624.131 : 631.6.

46-70. Aspects du gonflement dans les profils du sol (Aspects of swelling in the soil profile); AITCHISON (G. D.), HOLMES (J. W.); *Austral. J. appl. Sci.*, Austral. (juin 1953), vol. 4, n° 2, p. 244-259, 13 fig., 12 réf. bibl. E. 26410.

CDU 624.131.4.

## Cic. Hydrographie.

47-70. Problèmes hydrauliques d'intérêt local posés à l'occasion de l'étude pour la Floride Centrale et la Floride Méridionale (Hydraulic problems of local interests under the Central and Southern Florida project). GEE (H. C.); *Proc. A. S. C. E. (Irrigation Drainage Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 213, 8 p., 2 fig., 4 réf. bibl. E. 26314.

CDU 526.99 : 631.6.

## Cid Atmosphère. Météorologie. Climatologie.

48-70. Les vitesses du vent pendant les ouragans (Wind velocities during hurricanes). GENTRY (R. C.); *Proc. A. S. C. E. (Struct. Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 218, 26 p., 4 fig., 15 réf. bibl. E. 26319.

CDU 551.577 : 699.83.

## Cif Topographie. Tracé des ouvrages.

49-70. Topographie des grands levés et plans généraux. DAUBRESSE (E.); Ed. Dunod, Fr. (1953), t. 2, 2<sup>e</sup> édit., 1 vol., 514 p., 215 fig. — Voir analyse détaillée B. 912 au chap. III « Bibliographie ». E. 25725.

CDU 526.9 (02).

50-70. Courbes de raccordement suivant une loi simple de courbure (Uebergangskurven mit einfachem Krümmungsgesetz). PETER (H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (8 août 1953), n° 32, p. 457-459, 3 fig., 1 réf. bibl. E. 26399.

CDU 526.9.

## D. — LES ARTS DE LA CONSTRUCTION

51-70. Un demi-siècle de progrès dans les travaux publics et le bâtiment, 1903-1953. Ed. : Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. Paris, Fr. (1953), 1 vol., CXXVIII + 211 + CXXIX à CXCI p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B. 916 au chapitre III « Bibliographie ». E. 26835. CDU 690. (02).

52-70. Aide-mémoire du constructeur (The builder's reference book). FOSTER (Th.); Ed. H. O. Quinn, Ltd., Londres, G.-B. (1953), 2<sup>e</sup> édit., 1 vol., 185 p., nombr. fig., 1 pl. h.-t. — Voir analyse détaillée B. 921 au chapitre III « Bibliographie ». E. 26708.

CDU 690 : 728 (02).

53-70. Recherches et réalisations relatives au bâtiment (Building research and development). M. O. W., G.-B. (16 mars 1953), 33 p. — Organisation et coût des recherches. Recherches courantes. Application des résultats des recherches. Conclusion. E. 26017.

CDU 690.022 : 728.

54-70. L'industrie du bâtiment à la Foire de Leipzig 1952 (Das Bauwesen auf der Leipziger Messe 1952). MÜLLER (K.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (nov. 1952), n° 14, p. 521-527, 13 fig., 3 réf. bibl. E. 26243.

CDU 690 : 728.

55-70. Problèmes fondamentaux de la construction moderne dans le bâtiment (Grundprobleme des neuzeitlichen Wohnungsbaues). NEUBERT (H.); *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> août 1953), n° 8, p. 346-347, 1 fig. E. 26503.

CDU 690 : 728.

## Dab MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

56-70. Essais de matériaux à la gelée, au chantier d'essais d'Eckernförde (Frostprüfungen an der öffentlichen Baustoffprüfstelle der Landesbauschule Eckernförde). FREIL (E.); *Ziegelindustrie*, All. (2 juil. 1953), n° 14, p. 608-610, 6 fig. E. 26181.

CDU 620.192.422.

## Dab j Matériaux métalliques.

57-70. Acier ou fer ? (Stahl oder Eisen ?) KRAPFENBAUER (R.); *Allg. Bau-Ztg.*, Autr. (8 avr. 1953), n° 345, p. 3-5. — Discussion sur l'emploi approprié des termes « fer » ou « acier » dans différents cas. E. 26605.

CDU 691.7.

58-70. Corrosion du fer et de l'acier; moyens de l'éviter. I. à IV. (The corrosion of iron and steel and its prevention). HUDSON (J. C.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (juin 1953), vol. 34, n° 392, p. 47-53, 8 fig.; (juil. 1953), n° 393, p. 81-84, 7 fig.; (août 1953), n° 394, p. 111-116, 5 fig., 4 réf. bibl.; (sep. 1953), n° 395, p. 143-146, 3 fig., 20 réf. bibl. — Étude particulière des installations de ports et de quais. E. 26171, 25748, 26662, 26862.

CDU 691.7 : 620.19 : 699.8.

59-70. La corrosion atmosphérique des métaux utilisés dans la construction (The atmospheric corrosion of architectural metals).

GODARD (H. P.); *Engng J.*, Canada (juil. 1953), vol. 36, n° 7, p. 844-855, 30 fig., 42 réf. bibl. E. 26615.

CDU 691.7 : 620.191.7.

60-70. Les constructions en aluminium. COSANDEY (M.); *Stahlbau-Bericht*, Suisse (juin 1953), n° 18, 14 p., 12 fig. E. 25962.

CDU 691.77 : 693.97.

## Dab l Matériaux rocheux. Pierres.

61-70. L'emploi de la terre comme matériau de construction (O uso da terra como material de construção). GOMES (R. J.), BRITO FOLQUE (J. de); *Lab. Engenharia civ. (Minist. Obras Publ.)*, Portug. (fév. 1953), C. I. T., n° 9, Serie D-4, 24 p., 17 fig., 1 réf. bibl. E. 25982.

CDU 691.41 : 691.32.

## Dab lam Asphaltes et bitumes.

62-70. Propriétés de durcissement des matériaux asphaltiques (Hardening properties of asphaltic materials). *Highw. Bridges Engng Works*, G.-B. (2 sep. 1953), vol. 20, n° 999, p. 3. E. 26633.

CDU 625.85 : 691.161.

63-70. Normes relatives à l'emploi de l'asphalte naturel dans le bâtiment (Normen im Bauwesen). FROMMHOLD (H.); *Bitumen*, All. (juin 1953), n° 5, p. 110. E. 26077.

CDU 691.161 : 389.6.

64-70. Sur les mélanges de bitume et de caoutchouc (Ueber Gummi-Bitumen-Mischungen). SCHMIDT (H.); *Bitumen*, All. (juil. 1953), n° 6, p. 135-139, 8 fig., 6 réf. bibl. E. 26635. CDU 691.161 : 691.7.

65-70. Procédés pour l'essai à la stabilité des émulsions de bitume. I. (Ueber die Verfahren zur Stabilitätsprüfung von Bitumenemulsionen). RAUDENBUSCH (H.); *Bitumen*, All. (juil. 1953), n° 6, p. 139-143, E. 26635. CDU 691.161 : 620.1.

66-70. Essais de pénétration des bitumes (Ensaio de penetração de betumes). *Lab. nacion. Engenharia civ.* (Minist. Obras Publ.), Portug. (1953), Especific., E14, Série B-5, 7 p., 3 fig., 11 réf. bibl. E. 25978. CDU 691.161 : 620.1.

#### Dab le Liants. Chaux. Plâtre. Ciments.

67-70. Isolation thermique des plâtres (Thermal insulation of plasters). *B. R. S., Dig.*, G.-B. (juil. 1953), n° 56, p. 2. E. 26416. CDU 691.55 : 699.86.

68-70. La norme allemande DIN 1168 pour le plâtre (Die DIN 1168 « Baugips »). *Bauwirtschaft*, All. (25 juil. 1953), n° 30, p. 759. E. 26336. CDU 691.55 : 389.6.

69-70. Les chaux hydrauliques et leurs emplois. LAFUMA (H.); Ed.: Chambre Syndic. Fabricants Chaux Hydraul. Ciments Naturels. Paris (1953), 1 broch. 34 p., 11 fig. — Voir analyse détaillée B. 918 au chapitre III « Bibliographie ». E. 26168. CDU 691.512 (02).

70-70. Manutention du ciment en vrac (Bulk handling of cement). *Engineering*, G.-B. (24 juil. 1953), vol. 176, n° 4565, p. 109, 2 fig. E. 26343. CDU 691.54 : 621.874.

71-70. Un grand projet pour le transport du ciment en vrac (Ein Grossprojekt zum Transport von losem Zement). *Bauwirtschaft*, All. (25 juil. 1953), n° 30, p. 757-759, 5 fig. — Les 160 000 t de ciment nécessaires pour la construction du barrage de Sambuco (Tessin) seront transportées de la gare de Rodi-Fiesso (ligne du Gothard) à Sambuco par un transporteur aérien de 40 t de capacité horaire. E. 26336. CDU 691.54 : 621.874.

72-70. Une nouvelle bascule électrique d'enregistrement et de dosage pour les industries de transformation des matériaux du sol (Eine neue elektrische Registrier- und Dosierwaage für raue Betriebe). ROTH (O.); *Zement-Kalk-Gips*, All. (août 1953), n° 8, p. 290-293, 5 fig. (résumés anglais, français). E. 26480. CDU 691.54 : 725.4.

73-70. L'industrie du ciment au Brésil (A industria de cimento no Brasil). *Cimento Concreto* (Assoc. Brasil. Cimento Postland), Brésil (1953), Bol. Inform. n° 65, 7 p., 6 fig. E. 26705. CDU 691.54 : 725.4.

74-70. Matériel approprié pour la manutention en vrac du ciment (Matched equipment for the bulk handling of cement). *Civ. Engng.*, G.-B. (août 1953), vol. 48, n° 566, p. 746, 2 fig. E. 26618. CDU 691.54 : 621.874.

75-70. Nouveaux procédés de recherches du processus de prise et de durcissement des liants hydrauliques. Accélération du processus de prise au moyen de l'échauffement par effet Joule (Neue Verfahren zur Erforschung des Abbinde- und Erhärtungsvorganges der hydraulischen Bindemittel. Beschleunigung des Abbindevorganges mittels Erwärmung durch Joule-Effekt). CALLEJA CARRETE (J.); *Zement-Kalk-Gips*, All. (août 1953), n° 8, p. 282-290, 10 fig., 28 réf. bibl. (résumés anglais, français). E. 26480. CDU 691.54.

#### Dab le s Agglomérés.

76-70. Opérations sur transporteur continu, entièrement mécanisées pour la fabrication des blocs pour construction rapide (Vollmechanisi-

erter Fließbandprozess zur Erzeugung der Ebenseer Schnellbausteine). *Esterr. Bauztg.*, Autr. (25 juil. 1953), n° 30, p. 6-7, 4 fig. E. 26282. CDU 691.3 : 621.874.

77-70. Système de construction cellulaire, élastique, isolant et autoamortisseur (Sistema cellulare elastico coibente autosmorzante). ALBERTI (G.); *G. Genio civ.*, Ital. (avr. 1953), n° 4, p. 163-171, 9 fig. — Il s'agit d'un mode de construction en éléments creux qui permet de réduire la durée des travaux parce que les éléments sont fabriqués mécaniquement et unifiés pour toutes les parties du bâtiment et qui présentent des avantages d'isolation thermique, acoustique et d'amortissement des bruits, sans addition de matières spéciales. E. 25771. CDU 691.32 : 412.

#### Dab lem Produits céramiques.

78-70. Les argiles. Quelques propriétés d'intérêt céramique (Arcillas. Algunas propiedades de interés cerámico). TEBAR (D. G.); *Inst. tec. Constr. Cemento* (Cons. Sup. Investig. Ci.), Esp. (27 mars 1952), n° 127, 22 p., 22 fig., 26 réf. bibl. E. 26157. CDU 553.611.2 : 691.4.

#### Dab lem r Briques. Tuiles. Poteries.

79-70. La brique, un matériau d'actualité. L'exemple de l'Amérique (Der Mauerziegel, ein zeitgemässer Baustoff. Das Beispiel Amerikas). STEIN (F.); *Ziegelindustrie*, All. (2 sep. 1953), n° 18, p. 767-772, 31 fig. E. 26841. CDU 691.421 : 693.1.

80-70. La brique Bl. I. Tuiles-Briques. Fr. (avril-mai-juin 1953), n° 14, p. 18-20, 14 fig. E. 26756. CDU 691.421.

81-70. La brique dans l'histoire de la construction (El ladrillo en la historia de la construcción). PONS SOROLLA (F.); *Inst. tec. Constr. Cemento* (Cons. Sup. Investig. Ci.) (Conf.: mars-mai 1952), Esp., n° 126, 33 p., 51 fig. E. 26156. CDU 691.421.

82-70. Briques pour maçonnerie. Qualité (Tijolos para alvenaria Qualidade). *Lab. nacion. Engenharia civ.* (Minist. Obra Publ.), Portug. (1952), Especific. E-13, Série B-3-5, IV + 14 p., 5 fig., 68 réf. bibl. E. 25976. CDU 693.1 : 691.421.

#### Dab m Bois et matériaux à base de bois.

83-70. La révision des normes SIA sur le bois. HOFACKER (K.); *Hoch-Tiefbau*, Suisse (15 août 1953), n° 33, p. 265-266. E. 26437. CDU 691.11 : 389.6.

84-70. Aubiers et bois piqués. MERLET (J. L.); *Menuisier Fr.*, Fr. (août-sep. 1953), n° 68, p. 16. E. 26688. CDU 691.11.

85-70. Le bois contreplaqué matériau de construction (Plywood sem konstruktionsmaterial). LARSSON (G.); *WASTLUNG* (G.); *Stat. Kommit. Byggnadsforskning*, Suède (1953), Medd. n° 21, 127 p., nombr. fig., 126 réf. bibl. — I : Caractéristiques de résistance du bois contreplaqué; essais nécessaires pour leur détermination et méthodes d'essais; assemblage du contreplaqué, du bois et des feuilles de contreplaqué; essais de charges appliquées aux éléments constitutifs des murs et des planchers des maisons préfabriquées. Étude, dans certains cas spéciaux, de l'épaisseur nécessaire des feuilles de contreplaqué, compte tenu des essais précités. II : Réalisation des sections droites des poutres à âme en contreplaqué; résistance et stabilité des dites âmes. Présentation de formules et de graphiques permettant de déterminer rapidement les contraintes de déformation. Essais de charge sur la déformation des âmes et autres essais sur les poutres.

Détermination des ailes; assemblage entre ailes et âme; calcul des déformations. Supériorité du contreplaqué diagonal sur le contreplaqué ordinaire. E. 25802. CDU 691.116.

#### Dab mo Matières plastiques.

86-70. Matières plastiques. *Courr. Norm.*, Fr. (mai-juin 1953), n° 111, p. 159-195, 207-220, nombr. fig. — Normalisation des thermodurcissables, des thermoplastiques, des matières plastiques et des produits qui en dérivent. Travaux internationaux dans le domaine des matières plastiques. E. 26055. CDU 678.7 : 389.6.

87-70. La classification et la désignation des résines. DUBOIS (P.); *Courr. Norm.*, Fr. (mai-juin 1953), n° 111, p. 196-206, 7 fig. E. 26055. CDU 678.7 : 389.6.

#### Dab n Matériaux spéciaux. Isolants. Réfractaires.

88-70. Emploi des cendres comme isolant (Use of ashes for insulation). *B. R. S., Dig.*, G.-B. (juil. 1953), n° 56, p. 1. E. 26416. CDU 691.322.55 : 699.8.

89-70. Protection contre l'humidité par les silicoes (Feuchtigkeitsschutz durch Silicoes). GOEBEL (E.); *Ziegelindustrie*, All. (2 juil. 1953), n° 14, p. 605-608, 6 fig. E. 26181. CDU 620.192.422 : 699.82.

90-70. La laine de pierre « Flumser », nouveau matériau isolant produit dans le pays (Flumser Steinwolle, ein neues einheimisches Isoliermaterial). *Installation*, Suisse (juin 1953), n° 3, p. 79-80, 1 fig. E. 25885. CDU 691 : 699.86.

#### Dac PEINTURES. PIGMENTS. VERNIS. PRODUITS ANNEXES

91-70. Compte rendu de la Mission Peinture aux États-Unis. II. (fin). MOULIN (J.); *Trav. Peint.*, Fr. (avr. 1953), vol. 8, n° 4, p. 121-124. E. 25021. CDU 691.57 : 698.1 (061.3).

92-70. Le chrome. Ses utilisations en peinture. CHARRIN (V.); *Peint. Pigm. Vernis*, Fr. (juil. 1953), vol. 29, n° 7, p. 572-573. E. 26256. CDU 661.8.

93-70. Les émulsions. I. II (fin). KEHR (A.); *Trav. Peint.*, Fr. (avr. 1953), vol. 8, n° 4, p. 105-106 (mai 1953), n° 5, p. 149-150. E. 25021, 25511. CDU 691.57.

94-70. La peinture et la vitrerie. BERNARD (E.); Ed. Eyrolles, Paris (1953), 1 vol., 224 p., 38 fig., 31 fig. h.-t. — Voir analyse détaillée B-915 au chapitre III « Bibliographie ». — E. 26224. CDU 691.57 : 698.3 (02).

95-70. L'enlèvement des taches. KOPINSKI (E.); *Trav. Peint.*, Fr. (mai 1953), vol. 8, n° 5, p. 142-146. E. 25511. CDU 691.57.

96-70. Les peintures aluminium. I. II. Vie Métiers Bâtim., Fr. (juin 1953), n° 97, p. 1, 13, 1 fig. (juil.-août 1953), n° 98, p. 1-9, 1 fig. Pigment d'aluminium. Comment choisir et employer les peintures aluminium. E. 25662, 26118. CDU 691.57 : 691.77.

97-70. Cloquage des films de vernis, peintures et préparations assimilées. *Trav. Peint.*, Fr. (avr. 1953), vol. 8, n° 4, p. 101-102. E. 25021. CDU 691.57 : 620.19.

98-70. Note sur l'application de peintures pour ciment sur les parois de blocs de béton, supprimant le rebouchage (Nota sobre a aplicação das pinturas com tintas de cimento em paredes de blocos de betao, nao rebocadas). *Lab. Engenharia civ.* (Minist. Obras Publ.), Portug. (jan. 1953), C. I. T. n° 8, Série D-4, 3 p., 1 fig., 1 réf. bibl. E. 25981. CDU 691.57 : 691.54.



99-70. La couleur dans les ateliers et les laboratoires. II (fin). DÉRIBÉRE (M.); *Trav. Peint.*, Fr. (juin 1953), vol. 8, n° 6, p. 185-188, 4 fig.; (juil. 1953), n° 7, p. 225-229, 1 fig., 13 réf. bibl. E. 25892, 26203. CDU 691.57 : 727.5.

100-70. Stabilité de couleur à la lumière des films de peintures et vernis. RABATÉ (H.); *Bull. Centre Inform. Couleur*, Fr. (1953), n° 3, p. 11-13. E. 26117. CDU 691.57.

101-70. Écaillage des films de vernis, peintures et préparations assimilées. *Trav. Peint.*, Fr. (juil. 1953), vol. 8, n° 7, p. 223-224, 1 réf. bibl. E. 26203. CDU 691.57.

102-70. Effets physiologiques des diverses sources lumineuses. Éclairage. Couleurs d'ambiance. *Inst. nation. Sécur.*, Fr. (III<sup>e</sup> Congrès tech. nation. Sécur., Hygiène du Travail : Avignon, 9-12 oct. 1952), p. 17-18, 21-58, 67-75, 10 fig., nombr. réf. bibl. — J. BENOIT, A. AIMES, H. CASTAULT, H. JAUSION, J. MEYER, M. ESCHER-DESRIVIÈRES, PECHOT : Effets physiologiques des diverses sources lumineuses sur le système nerveux. Accidents cutanés. Rayonnement infra-rouge. Verres protecteurs pour le soudage. — p. 77-80, 12 réf. bibl., Y. LE GRAND : Physiologie de l'éclairage. — p. 117-118, M. DÉRIBÉRE : La couleur et la sécurité. — p. 119-120, M. R. GERAUT : Normalisation des couleurs dans les entreprises industrielles pour l'amélioration de la sécurité. — p. 121-123, 1 fig., L. RENAUD : Éclairage et couleur dans les ateliers. E. 24956. CDU 614.8 (061.3).

## Deb INFRASTRUCTURE ET MAÇONNERIE

### Deb ja Consolidation du sol. Assèchement. Drainage.

103-70. Compactage du sable par vibro-flottation (Sand compaction by vibroflotation). D'APOLONIA (E.), MILLER (C. E. Jr.), WARE (T. M.); *Proc. A. S. C. E. (Soil Mechanics Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 200, 23 p., 19 fig., 7 réf. bibl. E. 26301. CDU 624.138 : 553.62.

104-70. Stabilisation de talus sous-marins en sable par pompage au moyen de puits filtrants (Stabilisatie van zandtaluds onder water door bronbemaling). BOOMSTRA (G. J. W.); *Ingenieur*, Pays-Bas (3 juil. 1953), n° 27, p. B. 124-B.129, 12 fig. (résumé français). E. 26042. CDU 624.138 : 627.3.

105-70. Assèchement d'une excavation par des pointes filtrantes (Wellpoints unwater screen well pit). *West. Constr.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 28, n° 7, p. 79-80, 1 fig. E. 26335. CDU 696.122.

### Deb je Terrassements.

106-70. Excavation de 3 300 000 m<sup>3</sup> de roches sur le canal d'Ontario par l'emploi de nouvelles foreuses pour trous de mine (New blast-hole drills spark excavating 41/2 million yd of rock on Ontario hydro canal). RICHARDSON (H. W.); *Constr. Methods*, U. S. A. (fév. 1952), vol. 34, n° 2, p. 48-53, 11 fig. E. 19424. CDU 621.879 : 624.13.

107-70. Création d'un dispositif auxiliaire pour le forage des trous de mine dans les galeries (Die Entwicklung eines Bohrhilfsgerätes). *Hoch-Tiefbau*, Suisse (15 août 1953), n° 33, p. 267-268, 8 fig. — Type spécial de support de la foreuse. E. 26437. CDU 624.13 : 624.19.

### Deb ji Fondations.

108-70. Principes de la congélation du terrain et son importance pour la technique des fondations. II (Grundsätzliches über die Baugrunderweichung und deren Bedeutung für grundbautechnische Zwecke). SEYDEL (K. H.); *Bautechnik*, All. (juil. 1953), n° 7, p. 199-202, 5 fig., 20 réf. bibl. E. 26104. CDU 624.157 : 624.138.

109-70. Extensions et applications des pieux et des palplanches en acier (Development and applications of steel piling). PACKSHAW (S.); *Highw. Bridges Engng Works*, G.-B. (19 août 1953), vol. 20, n° 997, p. 1-3. E. 26648. CDU 624.15.

110-70. Du calcul des semelles de fondation (Sul calcolo delle piastre di fondazione). GIANCRECO (E.); *Indust. ital. Cemento*, Ital. (juil.-août 1953), n° 7-8, p. 183-191, 11 fig., 3 réf. bibl. E. 26588. CDU 624.15 : 518.5.

111-70. Répartition statique d'une charge excentrée sur un groupe de pieux. IV. V (fin) (Static distribution of the eccentric load on a group of piles). ROY (M.); *Civ. Engng*, G.-B. (juin 1953), vol. 48, n° 564, p. 554-555, 2 fig. (juil. 1953), n° 565, p. 654-656, 11 fig. E. 25729, 26146. CDU 624.154 : 539.311.

112-70. Transmission de charge sur des pieux en acier (Lastübertragung auf Stahlpfähle). POHLE (W.); *Bauingenieur*, All. (oct. 1952), n° 10, p. 374-377, 12 fig. E. 23067. CDU 624.154 : 539.3.

113-70. Mesure des vibrations et isolation des assises de machines. TENOT (A.); Ed. : Dunod, Paris (1953), 1 vol., 244 p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B-914 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26285. CDU 624.154 : 699.84 (02).

114-70. Tassements et contraintes admissibles (Setzungen und zulässige Bodenpressungen). SCHULTZE (E.); *Mitt. Inst. Verkehrswasserbau, Grundbau Bodenmechanik Techn. Hochschule Aachen*, Suisse (1953), n° 8, p. 454-460, 15 fig., 3 réf. bibl. (résumé français) (Tiré de *Proc. Third International Conference Soil Mech. Foundation Engng*, Suisse, 16-27 août 1953, vol. 1, Session 4/27). — Tassement admissible sous les bâtiments et les ouvrages. Formule de calcul proposée. Lab. 7 609. CDU 624.15 : 690.592.

### Deb le Mortiers.

115-70. Les adjuvants de maniabilité pour les mortiers (Workability aids for mortars). B. R. S. Dig., G.-B. (juil. 1953), n° 56, p. 3. E. 26416. CDU 691.53 : 691.32.

### Deb li Bétons.

116-70. Agenda du béton 1953 (Beton Kalender 1953). Ed. Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin-Wilmersdorf, All.; Lange, Maxwell and Springer Ltd, Londres, G.-B. (1953), 2 vol. (II x 15 cm), I : VIII + 752 + XXXVIII p.; II : VIII + 440 + 72 + XII p., 1162 fig., nombr. réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-923 au chap. III « Bibliographie ». — E. 25861-25862. CDU 691.32 : 693.5 (02).

117-70. Le béton (Concrete). TASMAN; *Contract. Rec. Publ. Works Engr*, G.-B. (juin 1953), vol. 5, n° 2, p. 27-30, 7 fig., 2 réf. bibl. — Les nouvelles techniques du béton. Les difficultés dans la fabrication du béton. Les éléments pernicieux dans le béton. Contrôle de la qualité. Contrôle en usine des produits utilisés dans la construction. Résistance au feu du béton précontraint. E. 26079. CDU 691.32.

118-70. Norme anglaise des méthodes d'essais de bétons : B. S. 1881-1952 *Bull. Réunion. Lab. Essais Recherches Matér. Constr.* (R. I. L. E. M.), Fr. (mars 1953), n° 13, p. 61-71, 2 fig. E. 24856. CDU 691.32 : 620.1.

119-70. Essai de chantier des bétons. THAULOW (M. S.); *Bull. Réunion Lab. Essais Recherches Matér. Constr.* (R. I. L. E. M.), Fr. (mars 1953), n° 13, p. 95-96 (Analyse d'une brochure de M. S. THAULOW, publiée par la « Norsk Cementforening » en 1952). E. 24856. CDU 691.32 : 620.1.

120-70. Idées actuelles sur la technologie du béton. I. L'HERMITE (R.); *Réunion Lab. Essais Rech. Matér. Constr.*, Bull., Fr. (juil. 1953), n° 14, p. 48-63, 8 fig., 2 réf. bibl. E. 26098. CDU 691.328.

121-70. Quelques conceptions générales sur la technologie du béton. I. II. III (O nekim opstim pojmovima tehnologije betona). L'HERMITE (R.); *Tehnika*, Yougosl. (janv. 1953), n° 1, p. 124-128 (p. NG. 20-NG. 24), 8 fig.; (avr. 1953) n° 4, p. 541-544 (p. NG.117-NG.120), 6 fig.; (mai 1953), n° 5, p. 704-712 (p. NG.152-NG.160), 8 fig. E. 26111, 26554, 26831. CDU 691.328.

122-70. La fabrication du béton expansif (Die Erzeugung von Expansivbeton). GEHLER (W.), TEICHMANN; Ed. : Verlag Technik, Berlin, All. (19 fév. 1952), 1 broch., Wissenschaftl. Berichte, série II, Bauwesen I, 35 p., 16 fig. — Voir analyse détaillée B-928 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26052. CDU 691.322 : 691.54 (02).

123-70. Résistance à la traction des bétons LOBO B. CARNEIRO (F. L.), BARCELLOS (A.), PAULO SA; *Bull. Réunion Lab. Essais Recherches Matér. Constr.* (R. I. L. E. M.), Fr. (mars 1953), n° 13, p. 98-101, 103-113, 115-123, 10 fig., 3 fig. h. t. E. 24856. CDU 691.328 : 539.37.

124-70. La répartition de la température dans les grandes masses de béton mises en place (La distribuzione della temperatura nelle grandi gittate di calcestruzzo). GIANNONE (A.); *Ingegneria*, Ital. (juil. 1953), n° 7, p. 761-768, 14 fig., 11 réf. bibl. E. 26270. CDU 691.328 : 536.5.

125-70. Contraintes propres dans le béton armé produites par le retrait et le fluage du béton. I (Eigenspannungen im Stahlbeton durch Schwinden und Kriechen des Betons). KARL (H.) *Bauplan. Bautech.*, All. (juin 1953), n° 6, p. 258-263, 7 fig., 4 réf. bibl. E. 26008. CDU 691.328 : 539.37.

126-70. La résistance du béton (The strength of concrete). FRITSCH (J.); *Civ. Engng*, G.-B. (juin 1953), vol. 48, n° 564, p. 536-538, 6 fig., 3 réf. bibl. — Facteurs dont dépend la résistance du béton. Variation de qualité des bétons ayant même proportion de ciment. Essais de vibration et leurs résultats. E. 25729. CDU 691.32.

127-70. Considérations sur les moyens d'éviter les défauts dans la construction en béton. I. II (fin) (Betrachtungen zur Vermeidung von Fehlern im Betonbau). WEBER; *Bauwirtschaft*, All. (8 août 1953), n° 32, p. 819-821, 4 fig.; (15 août 1953), n° 33, p. 848-850, 4 fig. E. 26413, 26454. CDU 693.5.

128-70. Deux points de vue relatifs aux spécifications destinées à produire du meilleur béton (Two viewpoints on specs for better concrete). SCHREPFERMAN (C. M.); *West. Constr.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 28, n° 7, p. 62-63. E. 26335. CDU 691.32.

129-70. Traitement du béton après prise d'après une méthode moderne (Nachbehandlung von Beton nach neuerzeitlicher Methode). WOLF (R.); *Strassen-Tiefbau*, All. (juin 1953), n° 6, p. 203-204. E. 25989. CDU 691.32.

130-70. La vibration du béton. BIJLS (A.); *Génie civ.*, Fr. (15 août 1953), t. 130, n° 16, p. 314-315, 8 réf. bibl. E. 26470. CDU 693.556.4.

131-70. Le traitement par la chaleur du béton armé. *Monit. Trav. publ. Bâtim.*, Fr. (25 juil. 1953), n° 30, p. 23, 25, 26, 8 fig. E. 26251. CDU 691.32.

132-70. Influence des produits d'addition ajoutés au béton sur les durées de prise, la perméabilité à l'eau, la maniabilité et les résistances sous l'effet de la gelée. I (Der Einfluss von Zusatzmitteln zum Beton auf die Erstarrungszeiten, die Wasserdurchlässigkeit, die Verarbeitbarkeit und die Festigkeiten bei Frosteinwirkung). HÜTTER (A.); *Bauplan. Bautech.*, All. (nov. 1952), n° 14, p. 513-517, 7 fig. E. 26243. CDU 691.32.

133-70. Béton de résine synthétique (Kunstharzbeton). *Betonst. Ztg.*, All. (août 1953), n° 8, p. 303-305, 5 fig., 2 réf. bibl. (résumés anglais, français). E. 26481. CDU 691.32 : 678.7.



134-70. La résistance du béton léger à la compression (Ueber die Druckfestigkeit von Leichtbeton). HAMMAN (H.); *Zement-Kalk-Gips*, All. (juil. 1953), n° 7, p. 237-245, 22 fig., 9 réf. bibl. (résumés allemand, anglais, français). E. 26332. CDU 691.328 : 539.37.

135-70. Parlons encore de la cendre volante. Une différence d'opinions... (More about fly ash... A difference of opinion...). U. S. Navy, *Civ. Engr. Corps*, U. S. A. (fév. 1953), vol. 7, n° 2, p. 19-20, 4 réf. bibl. — Discussion de l'influence de l'addition de cendre volante dans les bétons bitumineux sur la quantité d'air occlus. E. 26101. Trad. I. T. n° 364, 4 p. CDU 691.32.

136-70. Le béton de cendres volantes dans la construction des grands barrages (Fly ash concrete in large dam construction). ADAMS (R. F.); U. S. Navy, *Civ. Engr. Corps*, Bull., U. S. A. (août 1953), vol. 7, n° 8, p. 11-14, 8 fig. E. 26374. CDU 691.32 : 691.322.55.

137-70. Béton ocraté résistant à l'acide. *Tech. mod., Constr.*, Fr. (juil. 1953), t. 8, n° 7, p. 223-224, 7 fig. E. 26242. CDU 691.32 : 620.19 : 699.8.

#### Deb m Maçonnerie.

138-70. La résistance de la maçonnerie de briques (The strength of brickwork). *Struct. Engr.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 31, n° 7, p. 187-189 (Discussion de l'article de THOMAS (F. G.) publié en fév. 1953; notre D. T. 90-65). E. 26037. CDU 693.1 : 691.4.

#### Deb mo Enduits. Revêtements.

139-70. Revêtements de murs en ardoises. *Ardoise*, Fr. (juil.-août 1953), n° 131, p. 10-13, 8 fig. E. 26591. CDU 693.6 : 691.214.2.

140-70. Application de la méthode Kowaljew à l'amélioration des méthodes dans le crépissage (Durch Kowaljew-Studien zu besseren Arbeitsmethoden beim Putzen). MÜLLER (J.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (nov. 1952), n° 14, p. 517-520, 7 fig., 2 réf. bibl. E. 26243. CDU 693.625.

141-70. Comment assurer une bonne adhérence des enduits (Gute Putzhaftung-aber wie?). *Bauwirtschaft*, All. (11 juil. 1953), n° 28, p. 687-689, 9 fig. E. 26100. CDU 693.625.

142-70. Essais sur des revêtements d'asphalte et des couches protectrices bitumineuses (Institut de Recherches hydrologiques d'Obernach) (Versuche mit Asphaltbelägen und bituminösen Schutzüberzügen im Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft e. V. Obernach). KIRCHBACH (H.); *Bitumen*, All. (juin 1953), n° 5, p. 113-115, 2 fig. E. 26077. CDU 693.625 : 691.161.

#### Deb ne Béton armé.

143-70. Nouvelles méthodes de fabrication du béton creux (Neue Wege zur Herstellung von Hohlbeton). *Allg. Bau-Ztg.*, Autr. (29 avr. 1953), n° 348, p. 6-7, 1 fig. — Emploi de boyaux gonflés d'air pour former le vide intérieur des canalisations (« Ductube ») (voir également : 25 juin 1952, n° 304, p. 6). E. 26608. CDU 621.643 : 693.5.

144-70. Variations extérieures et répartitions de température qui en résultent dans les grandes constructions en béton (Variazioni esterne e conseguente distribuzione delle temperature nelle grandi strutture in calcestruzzo). GIANNONE (A.); *Industr. ital. Cemento*, Ital. (juil.-août 1953), n° 7-8, p. 177-180, 4 fig., 10 réf. bibl. E. 26588. CDU 693.5 : 536.5.

145-70. Proposition de détails de construction en maçonnerie de béton. I à V (Suggested details of concrete masonry construction). *Indian Concr. J.*, Inde (15 fév. 1953), vol. 27, n° 2, p. 142-143, 6 fig. (15 mars 1953); n° 3, p. 167, 2 fig.; (15 avr. 1953), n° 4, p. 202, 6 fig.;

(15 mai 1953), n° 5, p. 230-231, 6 fig.; (15 juil. 1953), n° 7, p. 288-289, 11 fig. E. 24658, 25192, 25538, 25721, 26647. CDU 691.32 — 412.

146-70. Peintures pour surfaces en béton (Paints for concrete surfaces). *Indian Concr. J.*, Inde (15 juil. 1953), vol. 27, n° 7, p. 276, 292, 1 réf. bibl. E. 26647. CDU 691.57 : 693.5.

147-70. Calcul et exécution des ouvrages en béton armé. I. Méthode générale de calcul. Mise en œuvre. FORESTIER (V.); Ed. Dunod, Paris, Fr. (1953), 3<sup>e</sup> éd., 1 vol., 236 p., 101 fig. — Voir analyse détaillée B-913 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26837. CDU 693.55 (02).

148-70. Amélioration de la productivité sur les chantiers traditionnels d'ossatures en béton armé. *Tech. mod., Constr.*, Fr. (juil. 1953), t. 8, n° 7, p. 220-223, 5 fig., 1 réf. bibl. (Extraits de la conférence de J. LEVIANT, 3 mars 1953). E. 26242. CDU 690.022 : 693.55.

149-70. Commission d'études techniques de la Chambre syndicale des Constructeurs en ciment armé. BRICE (L. P.), ESQUILLAN (N.), SAILLARD (Y.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Béton, béton armé : XXIV), p. 925-936, 1 fig. — Exposé des travaux de révision des Règles B. A. 45 : influence des surcharges par rapport au poids propre, utilisation d'aciers à haute limite élastique et à adhérence améliorée, règles plus simples pour le calcul des moments fléchissants et efforts tranchants. Étude d'un règlement d'après les théories de calcul à l'état de rupture. Travaux récents relatifs à un acier de 60 kg/mm<sup>2</sup> de limite élastique. Comparaison entre l'acier crénelé et l'acier écroui par torsion. Recherche d'un profil optimum. E. 26679. CDU 693.55 : 331.14.

150-70. Bases de calcul, facteur de sécurité et essais des matériaux dans le béton armé (Berechnungsgrundlagen, Sicherheitsfaktor und Materialprüfung im Stahlbeton). EWERS (N.); *Bauplan. Bautech.*, All. (juin 1953), n° 6, p. 243-251, 19 fig., 12 réf. bibl. E. 26008. CDU 691.32 : 693.55.

151-70. L'extension du béton armé (Betonstahl in Entwicklung). BRACHER (K.); *Allg. Bauztg.*, Autr. (13 mai 1953), n° 350, p. 3-5. — Vieillessement naturel et artificiel de l'acier; soudure de l'acier « Tor », fluage, essais de revêtements. E. 26721. CDU 693.55.

152-70. Le béton armé est le style caractéristique de notre époque (Stahlbeton als Stil unserer Zeit). CZERNIN (P.); *Esterr. Bauztg.*, Autr. (1<sup>er</sup> août 1953), n° 31, p. 3. E. 26394. CDU 693.55 : 720.3.

153-70. Calcul à la rupture des ouvrages en béton armé. Texte du nouveau règlement tchécoslovaque (Il calcolo a rottura delle opere in cemento armato. Il testo del nuovo regolamento cecoslovacco). RINALDI (G.); *G. Genio civ.*, Ital. (avr. 1953), n° 4, p. 191-193, 4 fig., 4 réf. bibl. E. 25771. CDU 691.328 : 539.37.

154-70. Normes pour l'emploi du béton armé (Venezuela) I (Normas para el uso de concreto armado). *Rev. Coleg. Ingrs Venezuela* (mai 1953), n° 206, p. 9-17, 1 fig. E. 26822. CDU 693.55 : 389.64.

155-70. Prescriptions du Ministère des Travaux publics et de la Reconstruction de Belgique relatives à la soudure des armatures de béton armé. *Bull. Réunion Lab. Essais Recherches Matér. Constr.* (R. I. L. E. M.), Fr. (mars 1953), n° 13, p. 39-49, 3 fig. E. 24856. CDU 691.328 : 691.71 : 331.14.

156-70. Commission des essais d'acier pour béton armé. *Réunion Lab. Essais Rech. Matér. Constr.*, Bull., Fr. (juil. 1953), n° 14, p. 67-77. E. 26098. CDU 691.328 : 691.71 : 620.1.

157-70. Utilisation des fibres de verre pour armer le béton. KOHL (M.); *Tech. mod., Constr.*, Fr. (août 1953), t. 8, n° 8, p. 265-266, 6 fig., 3 réf. bibl. — Résistance à la traction des fibres de verre et de la ficelle de verre. Résultats d'essais. Possibilités d'emploi. E. 26621. CDU 691.328 : 677.52.

158-70. L'emploi du bambou comme armature du béton (L'impiego del bambu come armatura nel calcestruzzo). *Corr. Constr.*, Ital. (23 juil. 1953), n° 30, p. 6. E. 26279. CDU 691.328 : 691.11.

159-70. Économie sur les constructions par l'emploi de béton à banchage perdu lors des constructions de la ville de Vienne en Autriche. *Heraklioth Rdsh.*, Autr. (fév. 1953), n° 22, p. 21 (en français). E. 26337. CDU 691.32 : 690.575.

#### Deb ni Béton précontraint.

160-70. Construction de réservoirs en béton précontraint. Procédé « Preload ». MALLET (Ch.); *Tech. mod., Constr.*, Fr. (août 1953), t. 8, n° 8, p. 247-251, 12 fig. — Précontrainte des structures cylindriques posées sur radiers précontraints. Joints entre jupe et radiers réalisés par articulations ou encastrement. Équipement pour la précontrainte des parties cylindriques. Détails de réalisation. E. 26621. CDU 612.624 : 693.57.

161-70. Essai de rupture de plancher en béton précontraint. *Journ. Bâtim.*, Fr. (27 août 1953), n° 1759, p. 1. E. 26848. CDU 690.25 : 693.57 : 620.1.

162-70. Essais du pont en béton précontraint d'Arroyo Seco à Los Angeles (Testing of Arroyo Seco prestressed concrete bridge). LIN (T. Y.), SYLVESTER (J.); *Inst. Transport. Traffic Engng.*, Univ. California, U. S. A. (fév. 1953), Res. Rep. n° 12, v + 36 p., 31 fig., 5 réf. bibl. — Passerelle pour piétons de 53 m. de portée. — E. 26349. CDU 624.27 : 693.57.

163-70. Calcul d'un portique monolithique en béton précontraint (Design of monolithic concrete frame prestressed). MILBRADT (K. P.), KOFODIMOS (T. J.); *Proc. A. S. C. E.* (Struct. Div.), U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 217, 65 p., 17 fig., 7 réf. bibl. E. 26318. CDU 693.9 : 693.57 : 518.5.

164-70. Bâtiment statiquement indéterminé en béton précontraint (A statically indeterminate prestressed concrete building). *Engineer*, G.-B. (17 juil. 1953), vol. 196, n° 5086, p. 86-87, 1 fig. — La particularité de ce bâtiment récemment construit à Kelburn (Londres) est qu'il a été calculé comme un portique continu sur toute sa hauteur. Le fait d'appliquer la force de précontrainte provoque des déformations qui produisent de nouvelles variations des contraintes d'où ce que l'on a appelé un « moment parasite ». La méthode présentée permet d'obvier à cette difficulté. E. 26145. CDU 728 : 693.57.

165-70. Pont-route à une seule ouverture en béton précontraint en Suisse (Single-span prestressed concrete bridge for straightened river in Switzerland). *Muck Shifter*, G.-B. (août 1953), vol. 2, n° 8, p. 373, 1 fig., 1 réf. bibl. — Ouverture : 18,4 m, largeur : 9,4 m. Il est formé de cinq poutres en béton précontraint incorporées dans le tablier. E. 26423. CDU 624.27 : 693.57.

166-70. Le béton précontraint en U. R. S. S. (Spannbeton in der Sowjetunion). BRENDL (G.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (nov. 1952), n° 14, p. 489-495, 20 fig., 4 réf. bibl. E. 26243. CDU 691.328.2 : 693.57.

167-70. Le brevet du béton précontraint (Das Spannbeton-Patent). MÖLL (H.); *Betonst.-Ztg.*, All. (juil. 1953), n° 7, p. 259-261 (résumés anglais, français). E. 26200. CDU 691.328.2.

168-70. Plafonds en béton précontraint, système « Braunbach » (Spannbetondecke. System Braunbach). *Allg. Bau-Ztg.*, Autr. (15 avr. 1953), n° 346, p. 6-7. E. 26606. CDU 690.254 : 693.57.

169-70. L'instabilité à la flexion avec torsion dans les poutres voiles en béton précontraint (L'instabilità flessotorsionale nelle travi alte in conglomerato precompresso). FRANCIOSI (V.); *G. Genio civ.*, Ital. (avr. 1953), n° 4, p. 172-180, 3 fig., 7 réf. bibl. E. 25771. CDU 693.57 : 518.5.



170-70. Béton précontraint en Angleterre (Système Lee-McCall) (Voorgespannen beton in Engeland « Het Lee McCall systeem »). DANHOFF (K. R.); *Ingenieur*, Pays-Bas (17 juil. 1953), n° 29, p. Bt. 55-Bt. 63, 15 fig. (résumé anglais). E. 26214. CDU 691.328.2 : 693.57.

171-70. Tuyauteries en béton précontraint (Tubulação de concreto protendido). GOMES DOS REIS (E.); *Bol. Repartiz. Aguas Esgotos* (R. A. E.), Brésil (déc. 1952), n° 24, p. 36-43, 5 fig. E. 26205. CDU 621.643 : 693.57.

172-70. Construction d'un bâtiment de lami-noir en béton précontraint (Izgradnja jedne valjaonice u prednapetom betonu). ZEDELJ (B.); *Tehnika*, Yougosl. (1953), vol. 8, n° 1, p. 107-112, 20 fig. (résumé français). E. 26111. CDU 725.4 : 693.57.

173-70. Étude collective relative aux constructions statiquement indéterminées en béton précontraint. 24-25 septembre 1951 (A symposium on prestressed concrete statically indeterminate structures, 24-25 september 1951). Ed. : C. A. C. A., G.-B. (1953), 1 vol., 180 p., nombr. fig., réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-922 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26126. CDU 691.328.2 : 518.5 (02).

174-70. De l'étude des poutres en béton précontraint à câbles relevés (Sul progetto delle travi in conglomerato precompresso a cavi rialzati). FRANCIOSI (V.); *Indust. ital. Cemento*, Ital. (juin 1953), n° 6, p. 141-145, 6 fig., 7 réf. bibl. — Détermination, par ce procédé sans tâtonnement, des abscisses des points d'ancrage. E. 26108. CDU 691.328.2 : 518.5.

175-70. Divers ponts en béton précontraint dans l'Allemagne du Sud (Verschiedene Spannbetonbrücken in Süddeutschland). LEONHARDT (F.); *Bauingenieur*, All. (sep. 1953), n° 9, p. 316-323, 17 fig. — Pont de Rosenstein, portée : 68,5 m. Hauteur de la poutre au milieu : 1,35 m. Pont de chemin de fer à cinq travées de 18 et 25 m. Détails du bloc de précontrainte. E. 26767. CDU 624.47 : 693.57.

## Dec CHARPENTE. MENUISERIE. SERRURERIE

### Dec j Travail du bois. Charpente. Menuiserie.

176-70. Éléments de liaison cloués pour assemblage de fermes en bois (Genagelte Bretterbinder). PRESS (H.); *Bautechnik*, All. (juil. 1953) n° 7, p. 202-204, 8 fig. E. 26104. CDU 694.2 : 690.248.

177-70. Évolution de la charpente en bois. I. II. III. MOLES (A.); *Chant. coop.*, Fr. (mai 1953), n° 5, p. 16-18, 3 fig.; (juin 1953), n° 6, p. 14-15, 2 fig.; (juil.-août 1953), n° 7, p. 12-14, 7 fig. E. 25556, 26076, 26368. CDU 694.1 : 690.022.

### Dec l Travail des métaux. Charpente. Soudure. Menuiserie.

178-70. Soudure à l'arc (Die Lichtbogen-Schweissung). WUTKE (F.); Ed. : VEB Carl Marhold Verlagbuchhandlung, Halle (Saale), All. (1953), 1 vol., 197 p., 42 fig. — Voir analyse détaillée B-925 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26019. CDU 621.791.5 (02).

179-70. Soudage et retrait (Krimpen). GERRITSSEN (W.); Ed. : N. V. Uitgevers-Maatschappij AE. E. Kluwer, Pays-Bas (déc. 1951), 1 vol., 168 p., 147 fig., 42 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-933 au chap. III « Bibliographie ». E. 21462. CDU 621.791 (02).

180-70. Ouvrages en treillis et portiques. (Fachwerk und Rahmenwerk). FRIES (W.); Ed. : Springer, Berlin, All. (1953); 1 vol.,

x + 368 p., 365 fig. — Voir analyse détaillée B-924 au chap. III « Bibliographie ». — E. 25897. CDU 693.97 (02).

181-70. Exemples de charpentes d'immeubles soudées. PANTZ (H.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Construction métallique n° 12), p. 917-924, 19 fig. — Économie de poids obtenue par le soudage des charpentes. Rapidité d'exécution. Influence sur le prix de revient de la proportion des soudures faites en atelier. Temps d'exécution et de montage dans cinq exemples d'immeubles parisiens. E. 26679. CDU 693.97 : 621.791.

182-70. Recherches sur le dimensionnement et le raidissage rationnels de l'âme des poutres à âme pleine en tenant compte du danger de voilement. MASSONNET (Ch.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (nov. 1953), n° 71 (Construction métallique n° 13), p. 1061-1080 30 fig. — Étude après essais d'une poutre métallique comportant des raidisseurs, des charges critiques de voilement des panneaux d'âme. Établissement d'un abaque pour le calcul des épaisseurs d'âme et des espacements de raidisseurs, ainsi que d'un abaque pour déterminer la position optimum des raidisseurs horizontaux. E. 26680. CDU 693.97.

183-70. Stabilité et résistance des montants en acier à parois minces (The stability and strength of thin-walled steel struts). CHILVER (A. H.); *Engineer*, G.-B. (7 août 1953), vol. 196, n° 5089, p. 180-183, 20 fig., 7 réf. bibl. E. 26401. CDU 693.97 : 518.5.

## Ded TRAVAUX D'ACHÈVEMENT

### Ded j Couverture.

184-70. Manuel du couvreur-ardoisier. BRANDILLY (A.), ROCHEFFE (E.); Ed. : Assoc. École Sup. Couv., Fr. (1952), 1 vol., 456 p., 279 fig. — Voir analyse détaillée B-920 au chap. III « Bibliographie ». E. 25860. CDU 690.241 (02).

185-70. Les toitures en aluminium. *Œuvres Maîtres-Œuvre*. Fr. (Equip. Electr. Couvert. Plomberie, n° 11), n° 24, p. 4, 4 fig. — Système à double agrafure ou joint debout. E. 26031. CDU 690.241 : 691.77.

### Ded ma Travaux de peinture.

186-70. Prescriptions générales applicables aux travaux de peinture. *Trav. Peint.*, Fr. (nov. 1952), vol. 7, n° 11, p. 352-355; (avr. 1953), vol. 8, n° 4, p. 125-128; (mai 1953), n° 5, p. 156-157; (juin 1953), n° 6, p. 196-198; (juil. 1953), n° 7, p. 248-249; (août 1953), n° 8, p. 277-279, 1 fig.; (sep. 1953), n° 9, p. 316-317. E. 22920, 25021, 25511, 25892, 26203, 26519, 26901. CDU 698.1 : 331.14.

187-70. Du nouveau dans le domaine de la peinture électrostatique. GENIN (G.); *Trav. Peint.*, Fr. (juil. 1953), vol. 8, n° 7, p. 234-236, 3 fig. L'atomisation électrostatique des peintures et vernis; procédé « Ransburg ». E. 26203. CDU 698.1.

## Def PRÉFABRICATION

188-70. La construction de villas et d'immeubles préfabriqués. *J. Constr. Suisse romande*, Suisse (juil. 1953), n° 7, p. 414-419, 15 fig. — Étude de la préfabrication aux États-Unis. E. 26162. CDU 693.057.1 : 728.

## Dib PLOMBERIE SANITAIRE

189-70. Plomberie sanitaire. SAIGNE (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70

(Essais et mesures : 28), p. 988-990. — Conceptions américaines; description des laboratoires américains. E. 26679. CDU 696-1.

190-70. Réduction des frais à réaliser dans l'installation d'évacuation des eaux dans le bâtiment (Kostensenkung bei der Entwässerungsinstallation im Bauwerk). *Bauwirtschaft*, All. (4 juil. 1953), n° 27, p. 664-666, 4 fig. E. 26043. CDU 696.122.

## Dic CLIMATISATION

191-70. Principes de la technique du chauffage et de la ventilation (Grundzüge der Heiz- und Lüftungstechnik). WOHLFARTH (G.); Ed. : VEB Carl Marhold Verlagbuchhandlung, Halle, All. (1953), 1 vol., 133 p., 79 fig., 3 fig. h.-t. — Voir analyse détaillée B-926 au chap. III « Bibliographie ». — E. 25736. CDU 697 (02).

192-70. Recherches dans l'industrie du chauffage et de la ventilation (Research in the heating and ventilating industry). WHITE (F. R. L.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (avr. 1953), vol. 26, n° 310, p. 463-468. E. 26663. CDU 697.

193-70. Chauffage et ventilation dans les théâtres et les cinémas allemands (Heating and ventilating of German theatres and cinemas). FISCHER (L. J.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (août 1953), vol. 27, n° 314, p. 55-61, 12 fig., 2 réf. bibl. E. 26667. CDU 697 : 725.82.

194-70. Théorie de l'écoulement et son importance pour la technique du chauffage et de la ventilation. II. Pertes par chocs dans les tuyauteries (fin) (Die Strömungslehre und ihre Bedeutung für die Heiz- und Lüftungstechnik. II. Stossverluste). WEBER (A. P.); *Schweiz. Bl. Heiz. Luft*, Suisse (1953), n° 2, p. 39-49, 11 fig., 10 réf. bibl. E. 26102. CDU 697 : 532.5.

195-70. Chauffage et ventilation des grandes salles de réunion (Zur Heizung und Lüftung grosser Versammlungsräume). REICHOW (G.); *Gesundheitsingenieur*, All. (juil. 1953), n° 13-14, p. 209-215, 8 fig., 6 réf. bibl. E. 26227. CDU 697.

196-70. Les évolutions réversibles et irréversibles et leur représentation graphique. MALLICH (D.); *Chal. Industr.*, Fr. (juil. 1953), n° 336, p. 175-178, 2 fig. E. 26280. CDU 536 : 518.3.

197-70. Influence de l'humidité relative sur la déperdition calorifique du corps humain exposé à des températures de 27, 24 et 22° C (Effect of relative humidity on heat loss of men exposed to environments of 80, 76, and 72° F). TOHRU INOUE, HICK (F. K.), TELSER (S. E.), KEETON (R. W.); *Heat. Pip. Air Conditionn.*, U. S. A. (août 1953), vol. 25, n° 8, p. 109-115, 8 fig., 21 réf. bibl. E. 26521. CDU 536 : 697.138.

198-70. Choix des combustibles et sources d'énergie. GIBLIN (R.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Équipement Technique, 40), p. 951-961, 8 fig. — Définition des rendements aux différents stades de la transmission de chaleur et rappel des travaux français sur l'intermittence. Ordre de grandeur des rendements pour différents types d'installation et en particulier dans le cas du chauffage intermittent. Influence de la main-d'œuvre sur les frais annuels d'exploitation en fonction de la source d'énergie et de la puissance. Comparaison des diverses sortes de combustibles avec l'énergie électrique dans les installations de faible puissance. Éléments intervenant en pratique et ne pouvant être pris en compte dans les calculs des comparaisons économiques. E. 26679. CDU 697 (061.3).

199-70. Les combustibles et leur combustion. III. MARTIN (R.); *Chal. Industr.*, Fr. (juil. 1953), n° 336, p. 197-206, 5 fig. E. 26280. CDU 662.6/7.

200-70. Structure physico-chimique des charbons. LOISON (R.); *Flamme-Thermique*, Fr. (juil. 1953), n° 58, p. 11-15, 1 fig. — Analyse



immédiate. Action de la chaleur. Analyse élémentaire. Observation à l'œil nu, au microscope, aux rayons X. Mesure de porosité. Action des solvants. E. 26546. CDU 662.66 : 620.1.

201-70. Contribution à l'étude de l'altération atmosphérique des charbons. Vieillessement. WILDENSTEIN (R.); *Chal. Industr.*, Fr. (août 1953), n° 337, p. 233-236, 4 fig., 3 réf. bibl. E. 26507. CDU 662.66 : 620.19.

202-70. Influence des caractéristiques du charbon sur la combustion (The influence of coal properties on combustion). GUNN (D. C.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 27, n° 313, p. 25-33, 11 fig., 16 réf. bibl. E. 26666. CDU 662.66 : 536.

203-70. Choix de la qualité du combustible liquide pour le chauffage des locaux. FORTAIN (P.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Equip. Tech. n° 40), p. 963-967, 2 fig. — Sans pouvoir indiquer une solution définitive et absolue, on peut préconiser pour le choix du combustible liquide de chauffage des locaux : le fuel oil domestique pour les puissances jusqu'à 80 000 kcal/h; le fuel oil léger pour les puissances jusqu'à 250 000 kcal/h; le fuel oil dans certaines installations plus importantes. Un glissement éventuel sur la qualité voisine plus visqueuse peut être envisagé pour des raisons de prix compensant certains frais supplémentaires d'équipement et d'entretien. E. 26679. CDU 697 (061.3).

204-70. Les gaz liquéfiés de pétrole butane et propane. HARLÉ (J.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Equip.-Tech. n° 40), p. 968-972, 6 fig. — Situation relative du butane et du propane sur le marché financier des combustibles. Accroissement continu des ventes de ces produits. Commentaires sur la constante des caractéristiques physico-chimiques. Règles à suivre pour le stockage et l'installation des appareils. Utilisation pour le chauffage des locaux par radiateurs individuels ou par chauffage central. Aperçus sur le chauffage des grands locaux et sur les chauffages localisés. E. 26679. CDU 697 (061.3).

205-70. Détermination pratique des coefficients superficiels par condensation de vapeur d'eau sur une paroi métallique. BOEHM (J.); *Chal. Industr.*, Fr. (août 1953), n° 337, p. 209-214, 5 fig. *Discussion*; LIEBAUT (A.); p. 215-216, 1 fig. E. 26507. CDU 536.2 : 697.

206-70. Mesure de la conductibilité thermique à travers le monde. PASCAL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (déc. 1953), n° 72 (Équipement technique, n° 42), p. 1192, 17 fig. — Résultats de l'enquête faite par la Réunion Internationale des Laboratoires (R. I. L. E. M.). Les méthodes de mesure en régime variable devront être utilisées de plus en plus afin de connaître la conductibilité thermique vraie des matériaux tels qu'ils se trouvent dans le bâtiment, c'est-à-dire humides. Projet de norme pour l'unification mondiale de ces mesures. E. 26954. CDU 697 (061.3).

207-70. Calcul des températures intérieures de bâtiments soumis à des conditions extérieures variables (The calculation of temperatures inside buildings having variable external conditions). MUNCEY (R. W.); *Austral. J. appl. Sci.*, Austral. (juin 1953), vol. 4, n° 2, p. 189-196, 7 fig., 10 réf. bibl. E. 26410. CDU 536.5 : 728.3.

208-70. Températures des pièces non chauffées (Temperatures unbeheizter Räume). GERBER (E.); *Installation*, Suisse (août 1953), n° 4, p. 105-107. — Peut-on les calculer? Bilan calorifique. Équations au calcul. Opérations pour déterminer la température. E. 26482. CDU 536.5 : 728.

209-70. Pénétration de l'humidité dans les murs par diffusion de la vapeur provenant des locaux intérieurs (Ueber die Durchfeuchtung von Wänden durch Dampfdiffusion aus den Innenräumen). CAMMERER (J. S.); *Heraklith Rdsch.*, Autr. (fév. 1953), n° 22, p. 3-4, 1 fig., 2 réf. bibl. E. 26337. CDU 697.138 : 699.8.

210-70. Recherches sur la protection pratique contre la chaleur, assurée par les murs en briques (Untersuchungen über den praktischen Wärmeschutz von Ziegelmauern). SCHÜLE (W.); *Gesundheitsingenieur*, All. (juil. 1953), n° 13-14, p. 217-220, 8 fig., 8 réf. bibl. E. 26227. CDU 697.13 : 690.22.

211-70. L'étude des projets est rémunérée (en Autriche). *Monit. Install. Chauff. Central*, Belg. (août 1953), n° 8, p. 24, 1 fig. — Deux échelons : le premier concernant les installations de chauffage, d'aération sanitaire et de production centrale d'eau chaude; le second concernant les chauffages industriels à grande distance et à grande capacité, les établissements de bains, les stations balnéaires ainsi que les installations de chauffage, d'aération et sanitaires des grands hôtels. Tableaux des pourcentages. E. 26460. CDU 697 : 518.5.

212-70. Théorie et calcul du chauffage et de la ventilation. III (suite). Chauffage par l'eau chaude à basse pression (Heating and ventilation theory and design. Part III. Low-pressure hot-water heating). PARRY (N. F.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (mai 1953), vol. 26, n° 311, p. 513-517, 6 fig. E. 26664. CDU 697.

## Die I Chauffage.

213-70. Dispositifs d'obturation et chauffage des vitrines pour bureaux, magasins et ateliers évitant l'introduction de l'air froid (Lüftungen (Kaltluftabriegelung) und Schaulensterbeheizung für Geschäfts- und Verkaufshäuser und Werkshallen gegen Kaltlufteneintritt). ZIMMERMANN (W.); *Schweiz. Bl. Heiz. Lüft.*, Suisse (1953), n° 2, p. 49-69, 22 fig. E. 26102. CDU 697.243 : 725.2.

214-70. Les problèmes de corrosion dans les installations de chauffage et d'alimentation en eau chaude. I. II (fin) (Korrosionsfragen in Heizungs- und Warmwasser-Versorgungsanlagen). KILLEWALD (F.); *Gesundheitsingenieur*, All. (juin 1953), n° 11, 12, p. 184-187, 13 fig.; (juil. 1953), n° 13-14, p. 229-231, 4 fig. E. 25944, 26227. CDU 697.243 : 620.19 : 699.8.

215-70. L'injecteur Gustavsberg accélère la circulation de l'eau chaude dans les chaudières (Der Gustavsberg-Injektor beschleunigt die Heisswasserzirkulation im Heizkessel). *Installation*, Suisse (juin 1953), n° 3, p. 61-65, 6 fig. E. 25885. CDU 697.325 : 697.243.

216-70. Le comportement d'un échangeur eau chaude-air (The performance of a hot-water/air-heater battery). EVERSON (I.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (avr. 1953), vol. 26, n° 310, p. 438-444, 7 fig., 2 réf. bibl. E. 26663. CDU 697.243 : 697.4.

217-70. Étude calorimétrique des poêles domestiques pour combustibles solides (The calorimetry of solid-fuel domestic stoves). BASTINGS (L.); BENEMAN (R. F.); *J. Instn Heat. Ventil. Engrs.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 21, n° 215, p. 121-140, 8 fig., 7 réf. bibl. E. 26212. CDU 697.243 : 662.6.

218-70. Chauffage par le sol. Températures superficielles limitées. MARÉCHAL (J.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (déc. 1953), n° 72 (Équipement technique, n° 42), p. 1198, 3 fig. — Recherche faite par le Centre expérimental du Bâtiment et des Travaux publics : détermination de la température maximum des planchers chauffants admissible pour un confort normal. Méthodes employées et description des dispositifs d'essais et de mesures; premiers résultats partiels obtenus. E. 26954. CDU 697 (061.3).

219-70. Les basses températures de l'eau des chaudières (dans le chauffage par rayonnement) provoquent des condensations dans les carneaux (Low boiler water temperatures cause flue condensation). REYNOLDS (T. W.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 50, n° 7, p. 104-106. E. 26220. CDU 697.353 : 536.5.

220-70. Échanges de chaleur dans une salle chauffée par panneaux de plancher (Heat

exchanges in a floor panel heated room). SCHUTRUM (L. F.), PARMELEE (G. V.), HUMPHREYS (C. M.); *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 25, n° 7, p. 133-138, 14 fig., 3 réf. bibl. E. 26221. CDU 697.353 : 690.25.

221-70. Études récentes et applications du chauffage par panneaux rayonnants en Amérique (Recent studies and applications of radiant heating in America). TASKER (C.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (avr. 1953), vol. 26, n° 310, p. 456-462, 6 fig., 2 réf. bibl. — Comparaison avec les systèmes par convection. E. 26663. CDU 697.353.

222-70. Résultats d'un dispositif expérimental de chauffage par le plancher (Some data on the performance of an experimental floor heating system). SHAW (E. W.); *J. Instn Heat. Ventil. Engrs.*, G.-B. (août 1953), vol. 21, n° 216, p. 175-185, 14 fig., 5 réf. bibl. E. 26597. CDU 690.25 : 693.353.

223-70. Mesures importantes pour l'installation d'un chauffage par rayonnement (Wichtige Massnahmen für die Installation einer Strahlungsheizung). *Installation*, Suisse (juin 1953), n° 3, p. 69-71. E. 25885. CDU 697.353.

224-70. Chauffage par panneaux. Quelques applications pratiques (Panel-Heizung. Einige praktische Anwendungen). BRUCE (H. H.); *Installation*, Suisse (août 1953), n° 4, p. 100-104, 7 fig., 5 réf. bibl. (Tiré de « *Industr. Heat. Engr.* », juin 1953). E. 26482. CDU 697.353.

225-70. Nouveaux appareils mélangeurs de sûreté pour chauffages par rayonnement (Neue Sicherheitsmischapparate für Strahlungsheizungen). *Installation*, Suisse (août 1953), n° 4, p. 120-121, 2 fig. E. 26482. CDU 697.353 : 697.243.

226-70. Chauffage des grandes salles par panneaux rayonnants à combustibles gazeux (Grossraumheizung durch Gasglühkörper). SCHWANE (G.); *Gesundheitsingenieur*, All. (juil. 1953), n° 13-14, p. 215-217, 3 fig., 1 réf. bibl. E. 26227. CDU 697.353 : 662.764.

227-70. Aperçus sur les techniques modernes de chauffage. Œuvres, Maîtres-Œuvre, Fr. (Equip. Thermique. Chauff. Ventil., condition., n° 11), n° 24, p. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 26 fig. — Notions et définitions concernant le chauffage. Données physiologiques et climatiques. Données du problème. Chauffage par convection, par le sol, par rayonnement de plafond, par panneaux rayonnants. E. 26031. CDU 697.353.

228-70. Chauffage d'une base aérienne à l'aéroport de Londres (Engineering services for the British European Airways maintenance base at London airport). COPELAND WATTS (L.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (avr. 1953), vol. 26, n° 310, p. 444-453, 11 fig. E. 26663. CDU 697 : 629 : 725.39.

229-70. Chauffage intermittent (Intermittent heating). WILLS (D. R.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 27, n° 313, p. 37-41, 5 fig., 2 réf. bibl. — Nouvelles considérations, particulièrement en ce qui concerne l'emploi du gaz. E. 26666. CDU 697.2.

230-70. Systèmes de chauffage pour les bâtiments industriels et administratifs (Die Heizsysteme für Industrie- und Verwaltungsgebäude unter neueren heiztechnischen Erkenntnissen). KOLLMAR (A.); *Heiz. Lüft. Haustechn.*, All. (juil. 1953), vol. 4, n° 4, p. 109-119, 19 fig., 15 réf. bibl. — Besoins de chaleur. Inertie calorifique. Température des surfaces chauffantes sous le rapport de la physiologie et de l'hygiène. Influence de la durée et du rayonnement sur la dépense de combustible. Chaudières pour chauffage et foyers. Réglage de la combustion et du système de chauffage. E. 26278. CDU 697 : 725.4.

231-70. Chauffage central (Zentralheizung). GÖHRING (O.); *Ed. Franz. Deuticke Vienne*, Autr. (1952), 1 vol. (Gesundheitstech. n° 4), x + 247 p., 152 fig. — Voir analyse détaillée B-931 au chap. III « Bibliographie ». E. 25935. CDU 697.325 (02).



232-70. Précisions sur les installations de chauffage central au mazout. GUILLERMIC (A.); *Flamme-Thermique*, Fr. (juin 1953), n° 57, p. 35-42, 7 fig. — Les dernières réglementations. Stockage. Modification des limites des points d'inflammabilité des liquides classés en deuxième catégorie. Modification des limites des capacités admises dans chaque catégorie de stockage. Spécification des réservoirs, mode de jaugeage, canalisation de remplissage. Température de masse du fuel en réservoir. Brûleurs et leurs accessoires. L'installation proprement dite. Régulation automatique des installations de chauffage central. E. 26089.

CDU 697.325 : 662.75.

233-70. Véhicules de chaleur pour les températures supérieures à 200° C. *Chauff., Ventil., Conditionn.*, Fr. (juin-juillet 1953), n° 6, p. 46-47, 1 fig. E. 26272.

CDU 697 : 536.5.

234-70. Élimination des surpressions dans les chauffages à eau chaude par pompe au moyen de diaphragmes (Zur Beseitigung von Drucküberschüssen in Pumpen-Warmwasserheizungen mittels Drosselscheiben). *Installation*, Suisse (juin 1953), n° 3, p. 74-75, 1 fig. E. 25885.

CDU 697.4 : 697.243.

235-70. Régulation électronique de la température pour installation à air pulsé. *Installation*, Suisse (août 1953), n° 4, p. 110-113, 6 fig. (Tiré de « Contrôle Réglage » 11/2). — Description de plusieurs systèmes. E. 26482.

CDU 697.5 : 697.243.

236-70. Guide de calcul pour le chauffage à air chaud. I. II (A design guide for warm air heating). EMERICK (R. H.); *Plumb. Heat. J.*, U. S. A. (fév. 1953), vol. 124, n° 5, p. 70-72, 74, 6 fig.; (mars 1953), n° 6, p. 71-74, 6 fig. E. 26357, 26358.

CDU 697.5 : 518.5.

237-70. L'air chaud pulsé appliqué au chauffage des grands locaux. VII. VIII. IX (fin) LECLERC (G.); *Chaud-Froid*, Fr. (juin 1953), n° 78, p. 45, 47, 49, 51, 11 fig.; (juil. 1953), n° 79, p. 27, 29, 31, 6 fig.; (août 1953), n° 80, p. 39, 41, 43. — Bouches de soufflage. Différents types de bouches. Bouches à grande et à faible vitesse d'air. Distributions par groupes aérothermes. Générateurs d'air chaud autonomes. E. 25779, 26161, 26547.

CDU 697.5 : 697.243.

238-70. Régulation des variations et des limitations de charge dans le chauffage électrique domestique (Modulating and load-limiting controls for electric house heating). FRIEND (W. F.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (août 1953), vol. 50, n° 8, p. 82-86. E. 26542.

CDU 697.27 : 697.124.

239-70. Le chauffage à distance. VI. VII. VIII. BAIZN (R.); *Chaud-Froid*, Fr. (juin 1953), n° 78, p. 53, 55, 59, 61, 63, 65-67, 8 fig. (juil. 1953), n° 79, p. 35, 37, 39, 41, 43, 45, 8 fig. (août 1953), n° 80, p. 35, 37, 3 fig. — Pertes de charge dans les tuyauteries de vapeur et d'eau. Généralités. Expression générale de la perte de pression par frottement le long d'une conduite, dans un écoulement permanent établi. Valeurs actuelles du coefficient de perte de pression en régime turbulent établi pour les fluides homogènes. Pertes de charge dans les tuyauteries et leurs accessoires. Cas de la vapeur d'eau, tuyauteries droites; formules: d'Eberlé, d'Unwin, de Lebeau, Zimmermann; utilisation des formules. Cas de la vapeur surchauffée et de la vapeur humide. Conclusions applicables à chacun de ces cas. E. 25779, 26161, 26547.

CDU 697.34 : 621.643.

240-70. De nouvelles chaudières suédoises à grande vitesse de circulation apportent la solution du problème de chauffage urbain (Neue schwedische Kessel mit hoher Geschwindigkeit lösen das Problem der Bezirksheizung). *Installation*, Suisse (juin 1953), n° 3, p. 72-74, 4 fig. E. 25885.

CDU 697.34 : 697.325.

241-70. La production centralisée et la distribution de la chaleur pour le chauffage des habitations, dans le cadre de l'économie urbaine (Produzione centralizzata e distribuzione del

calore, per il riscaldamento delle abitazioni, nell'economia urbanistica). VACCANEO (A.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (juil. 1953), n° 7, p. 245-251. E. 26377.

CDU 697.34 : 697.124.

242-70. Gaz de France. Quelques solutions-types. *Œuvres Maîtres-Œuvre*, Fr. (Equip. thermique-Chauff.-ventil., conditionn., n° 11), n° 24, p. 10, 9 fig. — Solutions-types concernant le chauffage de l'eau pour les besoins domestiques. Locaux séparés ou locaux accolés. E. 26031.

CDU 697.6 : 643.3 : 643.5.

243-70. Pompes commandées par moteurs pour les services d'eau chaude (Motor-driven pumps for hot-water systems). INGHAM (E.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (août 1953), vol. 27, n° 314, p. 75-78. E. 26667.

CDU 697.6 : 697.243;

244-70. Nouveaux générateurs à grand taux d'échange et à faible volume. MAUBOUCHÉ (H.). *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (nov. 1953), n° 71 (Équipement technique, n° 41), p. 1051-1059, 14 fig. — Évolution des différents générateurs de vapeur. Diminution des masses et des volumes tout en accroissant les rendements et la souplesse. Différentes solutions proposées sur le marché mondial; description des principes de construction; résultats obtenus sur des modèles récents. E. 26680.

CDU 697 (061.3).

## Dic m Réfrigération.

245-70. Technique américaine du froid (Amerikanische Kältetechnik). PLANK (R.); Ed.: Deutscher Ingenieur-Verlag, Düsseldorf, All. (1950), 1<sup>re</sup> édition (3<sup>e</sup> exposé), 1 vol., VII + 202 p., 202 fig., 109 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-927 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26001.

CDU 621.5 (02).

## Dic n Ventilation. Séchage.

246-70. Le conditionnement d'air pour habitations, étudié en fonction du prix de revient minimum (Air conditioning for residences designed for low cost). SANDFORT (J. F.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 50, n° 7, p. 76-79, 3 fig. E. 26220.

CDU 697.974 : 728.

247-70. Les caractéristiques des laveurs d'air, étudiées sur le diagramme psychrométrique (Air washer performance analyzed on the psychrometric chart). HENDRICKSON (H. M.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 50, n° 7, p. 92-103, 15 fig., 8 réf. bibl. E. 26220.

CDU 697.9.

248-70. Problèmes divers relatifs au conditionnement d'air des habitations (Problems in residential air conditioning). YEARY (W. R.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (août 1953), vol. 50, n° 8, p. 77-81, 3 fig. E. 26542.

CDU 697.974 : 728.

249-70. Le conditionnement d'air et les autres méthodes de lutte contre les apports de chaleur dans l'industrie (Air-conditioning and other methods of heat relief in industry). TASKER (C.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (mai 1953), vol. 26, n° 311, p. 500-506, 9 fig. E. 26664.

CDU 697.974.

250-70. Conditionnement d'air. Quelques aspects pratiques de la régulation (Air conditioning. Some practical aspects of control). FORBES (W. D.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 27, n° 313, p. 14, 16, 18-25, 1 fig., 6 réf. bibl. E. 26666.

CDU 697.974.

251-70. Progrès réalisés et problèmes étudiés à une Conférence du Conditionnement d'air dans les locaux résidentiels (Chicago, août 1953) (Progress and problems of Residential Air Conditioning discussed at all-industry Conference). *Plumb. Heat. J.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 124, n° 10, p. ACC-2, ACC-32, 12 fig. — Méthodes de refroidissement et types de matériel utilisés: refroidissement par évaporation et expansion directe; système par absorption;

problèmes dans le refroidissement des habitations; système par mélange d'air chaud et d'air ambiant dans une tuyère aspirante (« Blend-air system »). Progrès réalisés et problèmes à résoudre. Calcul et installation: calculs des charges; conditionnement de l'air en été. Conditionnement de l'air de chaudière humide; opération continue; facteurs critiques. Distribution et aspect financier. E. 26341.

CDU 697.9 (061.3).

252-70. Problèmes posés par l'insonorisation (d'une installation de conditionnement d'air dans une station de télévision) (Sound control poses problems). STEVENSON (F. F.); *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 25, n° 7, p. 108-111, 2 fig. E. 26221.

CDU 697.974 : 621.397.

253-70. Conditionnement d'air des stations de télévision (Air conditioning TV stations). STEVENSON (F. F.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (août 1953), vol. 25, n° 8, p. 77-81, 4 fig. E. 26521.

CDU 697.9 : 621.397.

254-70. Calcul des taux horaires de renouvellement d'air par occupant (Bemessung der Lüfrate bei Lüftungsanlagen). LIESE (Von W.); *Gesundheitsingenieur*, All. (août 1953), n° 15-16, p. 254-255, 3 fig., 4 réf. bibl. E. 26497.

CDU 697.9 : 518.5.

255-70. Écoulement d'air et ventilateur. Principes du mouvement de l'air dans les conduits. VII. Fonctionnement des ventilateurs (Flow and fan. Principles of moving air through ducts. VII : Fan performance). HAROLD BERRY (C.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 50, n° 7, p. 85-90, 12 fig., 1 réf. bibl. — VIII : Influence des variables sur le fonctionnement des ventilateurs (Effect of variables on fan performance) (août 1953), n° 8, p. 103-106. — IX : Ventilateur et distribution (Fan and system) (sep. 1953), n° 9, p. 103-106, 5 fig. E. 26220, 26542, 26748.

256-70. La ventilation dans les opérations radio-actives. Équilibrage du système, fonctionnement et entretien (Ventilation for radioactive work. Balancing. Operation. Maintenance). MCINTOSH (W. W.); *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 25, n° 7, p. 98-102, 5 fig. E. 26221.

CDU 697.9 : 727.5.

257-70. Détente de l'air par un orifice (Discharge of air through orifices). *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 25, n° 7, p. 123-124, 2 fig. E. 26221.

CDU 697.9 : 532.5.

258-70. Le problème des odeurs dans les espaces clos (The odour problem in enclosed spaces). TASKER (C.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (juin 1953), vol. 26, n° 312, p. 541-546, 1 fig., 2 réf. bibl. E. 26665.

CDU 697.9.

259-70. Application des dispositifs d'aération forcée, aux maisons d'habitation (Applicazione alle case di abitazione di aerazioni forzate). CARMAGNOLA (P.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (juin 1953), n° 6, p. 233, 3 fig. E. 26075.

CDU 697.9.

260-70. La lutte contre les suies, poussières et gaz toxiques. II (fin). HERODY (C.); *Chaud-Froid*, Fr. (juin 1953), n° 78, p. 69, 71, 73. — Les capte-suies dépoussiéreurs statiques. Questionnaire relatif au choix des dépoussiéreurs, capte-suies, appareils fumivores. E. 25779.

CDU 699.872.

261-70. Pour choisir par procédé graphique un épurateur d'air (Graphical selector for air cleaners). KAYSE (J. R.); *Heat. Ventil.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 50, n° 7, p. 80-83, 2 fig. E. 26220.

CDU 699.872.

262-70. Dépoussiérage (Dust conveying). YOUNG (R. H.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (avr. 1953), vol. 26, n° 310, p. 469-477, 10 fig., 7 réf. bibl. E. 26663.

CDU 699.872.

263-70. L'essai des filtres à air (The testing of air filters). BILLINGTON (N. S.); *Heat. Ventil. Engr.*, G.-B. (mai 1953), vol. 26, n° 311, p. 495-499, 2 fig. E. 26664.

CDU 699.872 : 620.1.



264-70. Insonorisation de l'entrée de l'air dans les ventilateurs (How air intake was silenced). HIRSCHORN (M.); *Heat. Pip. Air Condition.*, U. S. A. (août 1953), vol. 25, n° 8, p. 92-93, 5 fig. E. 26521.

CDU 697.945 : 699.844.

## Did ÉCLAIRAGE

265-70. Éclairage des écoles (School lighting). *Illum. Engng.*, U. S. A. (juin 1953), vol. 48, n° 6, 62 p., nombr. fig. — Numéro consacré à l'éclairage des écoles. Adaptation des principes de l'éclairage aux écoles. Développement des considérations de couleurs pour les salles d'école. Visibilité des devoirs d'écoliers. Les écoles rurales à faibles budgets sont souvent bien comprises comme éclairage. Dispositifs comparés d'éclairage pour classes. Les diverses techniques dans les systèmes d'éclairage scolaire. Comment satisfaire aux exigences de l'éclairage des salles de classe. Pratique recommandée dans les écoles. Installation rationnelle du câblage dans les écoles. Éclairage scolaire amélioré à Minneapolis. Éclairage nécessaire du tableau noir. Remaniement de l'éclairage d'écoles anciennes. Principes de l'entretien de l'éclairage. Essai préalable d'un projet pour école. École construite d'après les calculs effectués préalablement et que l'expérience a confirmés. Projet d'éclairage de la scène pour un auditorium scolaire moderne. E. 26175.

CDU 696.93 : 727.1.

266-70. Orientation d'appareils d'éclairage réglables en direction (Positioning of directionally adjustable luminaires). KECK (M. E.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1953), vol. 48, n° 4, p. 175-181, 9 fig. E. 25951.

CDU 696.93 : 696.6.

267-70. L'emploi de constantes de zones dans le calcul d'un faisceau lumineux (The use of zonal constants in the calculation of beam flux). PROJECTOR (T. H.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1953), vol. 48, n° 4, p. 189-191, 3 fig., 12 réf. bibl. E. 25951.

CDU 696.93 : 518.5.

268-70. Conservation des propriétés des plafonds lumineux avec le temps (Time versus luminous ceilings). SPENCER (D. E.), MARTIN (L. F.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (mai 1953), vol. 48, n° 5, p. 268-276, 8 fig., 16 réf. bibl. E. 25953.

CDU 696.93 : 690.254.

269-70. Dispositifs de panneaux lumineux. Relations entre le mode d'installation adoptée et les résultats obtenus (Résultats d'essai) (Performance vs installations. Luminous panel systems). BENSON (B. S. Jr.), CHURCH (E. H.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 48, n° 7, p. 363-366, 10 fig., 2 réf. bibl. E. 26360.

CDU 628.964.

270-70. Spécification des aptitudes à rendre les couleurs des lampes fluorescentes (Specification of color-rendering properties of fluorescent lamps). JEROME (Ch. W.), JUDD (D. B.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (mai 1953), vol. 48, n° 5, p. 259-267, 19 fig., 8 réf. bibl. E. 25953.

CDU 690.930.44 : 691.57.

271-70. Éclairage confortable. KALFF (L. C.); *Rev. tech. Philips*, Pays-Bas (fév.-mars 1953), t. 14, n° 8-9, p. 239-249, 10 fig., 2 réf. bibl. E. 26612.

CDU 696.9 : 392.3.

272-70. Nouvelle formule pour déterminer les caractéristiques d'éclairement d'une salle (New formula for room index). CROUCH (C. L.), FREYER (E.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1953), vol. 48, n° 4, p. 203-206, 6 fig., 10 réf. bibl. E. 25951.

CDU 696.93 : 518.5.

273-70. Diagramme numérique pour l'éclairement des salles (Numerical room ratios). ALLEPHIN (W.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1953), vol. 48, n° 4, p. 206-208, 2 fig. E. 25951.

CDU 696.93 : 518.5.

274-70. Évaluation du coût et du confort des systèmes d'éclairage industriel (Cost and com-

fort appraisal of industrial lighting systems). TAYLOR (G. J.), BRADLEY (R. D.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (avr. 1953), vol. 48, n° 4, p. 213-230, 6 fig., 31 réf. bibl. E. 25951.

CDU 696.93 : 725.4 : 392.3.

275-70. La différence de brillance entre le fond et l'objet est un facteur fondamental de la visibilité (Brightness difference, a basic factor in suprathreshold seeing). GUTH (S. K.), EASTMAN (A. A.), RODGERS (R. C.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (mai 1953), vol. 48, n° 5, p. 233-239, 6 fig., 3 réf. bibl. E. 25953.

CDU 696.93.

276-70. Essais pour déterminer les facteurs d'entretien (Tests aimed at realistic maintenance factors). CETING (R. L.), TUTTLE (J. W.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (mai 1953), vol. 48, n° 5, p. 242-252, 16 fig., 5 réf. bibl. — Causes diverses de l'affaiblissement de l'éclairage. E. 25953.

CDU 696.93 : 620.1.

277-70. Sphère photométrique perfectionnée (An improved sphere paint). MIDDLETON (W. E. K.), SANDERS (C. L.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (mai 1953), vol. 48, n° 5, p. 254-256, 4 fig., 6 réf. bibl. E. 25953.

CDU 696.93 : 518.5.

278-70. Calculs simplifiés de l'éclairement pour appareils à diffusion parfaite pour grandes surfaces (Simplified illumination calculations for large area perfectly diffused luminaires). BURNHAM (R. D.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (mai 1953), vol. 48, n° 5, p. 257-258, 4 fig., 5 réf. bibl. E. 25953.

CDU 696.93 : 518.5.

279-70. Valeurs et notions de base dans la technique industrielle de l'éclairage (Basic quantities and concepts used in illuminating engineering). FINCH (D. M.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 48, n° 7, p. 375-382, 6 fig. E. 26360.

CDU 696.9 : 725.4.

## Did m Installations électriques.

280-70. Électricité dans l'habitation. *Tech. Archit.*, Fr. (juin 1953), n° 9-10, p. 33-93, nombr. fig. — Généralités et rappels théoriques. Règlements. Postes de transformation. Distribution. Canalisations. Matériel et appareillage. Sécurité. Mise à la terre. Interrupteurs et contacteurs. Prises de courant. Appareils électro-ménagers. Éclairage. Unités photométriques. Répartition de la lumière. Appareils d'éclairage. Tarification. Bibliographie. E. 26121.

CDU 621.316 : 696.93 : 331.14.

## Dif PROTECTION CONTRE LES DÉSORDRES ET ACCIDENTS

### Dif j Protection contre le bruit et les vibrations.

281-70. Acoustique des salles. I. Théorie de l'acoustique (Architectural acoustics. Section I. Theory of architectural acoustics). BLODGETT (W. E.); *Heraklith Rdsh.*, Autr. (mai 1953), n° 23, p. 3-4 (en français et en anglais). E. 26338.

CDU 534.84.

282-70. Détermination de l'effet des oscillations des bâtiments (Ermittlung der Wirkung von Bauwerksschwingungen). KOCH (H. W.); *V. D. I., All.* (21 juil. 1953), vol. 95, n° 21, p. 733-737, 7 fig., 9 réf. bibl. — Effets sur les individus et sur les matériaux. E. 26226.

CDU 534.15 : 728.

### Dif l Protection contre l'incendie.

283-70. Prévention des incendies par l'ignifugation, dans le bâtiment et la décoration. SAMUEL (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Questions générales 22), p. 937-948, 9 fig. — Expériences montrant la possibilité d'ignifugation de diverses matières. Mode d'action des peintures et enduits ignifugés. Méca-

nisme physico-chimique de l'action retardatrice. Codification des contrôles d'efficacité. Label de valeur des produits. E. 26679.

CDU 699.81 : 614.84.

## Dif m Protection contre les séismes, inondations.

284-70. Protection contre l'inondation dans le bassin du fleuve Kansas (Flood protection in the Kansas River basin). VEATCH (N. T.), HOWSON (L. R.), WOLMAN (A.); *J. Amer. Wat. Works Ass.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 45, n° 7, p. 685-693, 1 fig., 3 réf. bibl. E. 26520.

CDU 699.8 : 627.1.

## Dif n Danger aérien. Explosions.

285-70. Nouveau système de protection contre les bombardements aériens d'après le système des galeries de mines en forme de cloche (Neues Luftschutz-System : Luftschutzanlagen nach dem Glocken-Gruben-Stollen-System). GUTTINGER (H.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (25 juil. 1953), n° 30, p. 438-440, 4 fig. E. 26260.

CDU 699.85.

## Dig l CANALISATIONS

286-70. Les canalisations en matières plastiques. I. Matières plastiques et distribution de l'eau. DURANT (J. J.); *Chaud-Froid*, Fr. (juin 1953), n° 78, p. 97, 99, 101, 103; I-fin, II (fin) : Applications des tuyaux en matières plastiques à l'industrie gazière (juil. 1953), n° 79, p. 61, 63, 67, 69. E. 25779, 26161.

CDU 621.643 : 673.7.

287-70. Expériences en vue de l'étude du bruit et de la transmission de bruit dans les réseaux de tuyauteries (Experimental approaches to the study of noise and noise transmission in piping systems). ROGERS (W. L.); *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 25, n° 7, p. 139-145, 7 fig., 10 réf. bibl. E. 26221.

CDU 621.643 : 699.844.

288-70. Corrosion du tuyau galvanisé (Corrosion of galvanized pipe). B. R. S. Dig., G.-B. (juil. 1953), n° 56, p. 1-2. E. 26416.

CDU 621.643 : 691.7 : 620.19.

289-70. Corrosion des tuyaux métalliques enterrés (Corrosion of metal soil pipes). B. R. S. Dig., G.-B. (juil. 1953), n° 56, p. 2. E. 26416.

CDU 621.643 : 691.7 : 620.193.

290-70. Emploi de tracteurs à chenilles pour la pose de pipe-lines au Texas (The use of crawler tractors for pipeline laying in Texas). Muck Shifter, G.-B. (août 1953), vol. 2, n° 8, p. 356-359, 4 fig. E. 26423.

CDU 621.643 : 662.75.

291-70. Les sujétions imposées aux produits d'étanchéité coulés pour les conduites d'évacuation d'eau (Anforderungen an Dichtmittel als Vergussmasse bei Entwässerungsleitungen). KIRSCH (J.); *Wasservirtschaft*, All. (juil. 1953), n° 10, p. 266-268, 1 réf. bibl. E. 26177.

CDU 621.643 : 699.82.

292-70. Facteurs de frottement pour l'écoulement turbulent dans les tuyaux (Friction factors for turbulent flow in pipes). WILSEY (E. F.); *Proc. A. S. C. E. (Hydraul. Div.)*, U. S. A. (juin 1953), vol. 79, Separ. n° 197, 6 p., 3 fig., 10 réf. bibl. E. 26192.

CDU 621.643 : 532.5.

293-70. Méthodes pour l'étude des courbures des tuyauteries (Methods of making piping flexibility analyses). CROCKER (S.), MCCUTCHAN (A.); *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 25, n° 7, p. 87-90, 5 fig. E. 26221.

CDU 621.643 : 518.5.

294-70. L'aqueduc de Key West (The Key West aqueduct). CORRADI (P.), LENHART (B.);



*Proc. A. S. C. E. (Sanit. Engng Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 208, 26 p., 19 fig. E. 26309. CDU 628.15.

295-70. Machines pour le nettoyage des conduites forcées des usines hydro-électriques d'Oberhasli (Von Arx-Rohrreinigung-Maschinen für die Druckschächte der Kraftwerke Oberhasli). CERTLI (H.); *Schweiz. Bauztg*, Suisse (22 août 1953), n° 34, p. 493-494, 3 fig., 8 réf. bibl. E. 26448. CDU 628.15 : 627.84.

296-70. Choix des pompes et calcul des stations de pompage à grand volume et faible hauteur de refoulement (Selection of pumps and design of high volume, low head pumping stations). SNODGRASS (G. F.); *Proc. A. S. C. E. (Irrigation, drainage Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 229, 13 p., 7 fig. E. 26330. CDU 628.12 : 621.65.

## Dig m RÉSERVOIRS. SILOS

297-70. La lutte contre les végétations aquatiques dans les réservoirs au moyen du sulfate de cuivre et les effets secondaires de ce traitement (Control of aquatic growths in reservoirs by copper sulfate and secondary effects of such treatment). DERY (R. L.), GRAHAM (D. W.); *Proc. A. S. C. E. (Sanit. Engng Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 203, 15 p., 5 fig., 4 réf. bibl. E. 26304. CDU 628.13 : 620.193.82.

298-70. Moments fléchissants dans les réservoirs rectangulaires (Bending moments in box-shaped reservoirs). CHAEMER (H.); *Struct. Engr*, G.-B. (juil. 1953), vol. 31, n° 7, p. 177-178, 1 fig. E. 26037. CDU 621.642 : 518.5.

299-70. Calcul des dimensions des réservoirs cylindriques en béton armé sur fond élastique (Proracun armirano-betonskih cilindričnih rezervoara na elastičnoj podlozi). HIBA (Z.); *Tehnika*, Yougosl. (avr. 1953), n° 4, p. 524-530, (p. 100NG-106NG), 17 fig., 6 réf. bibl. (résumé en allemand). E. 26554. CDU 621.642 : 693.55.

## Fab ÉCHAFAUDAGES. ÉTAIEMENTS. BOISAGES

314-70. Échafaudages en tubes d'acier (Stahlrohrgerüste). *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 321-322, 18 fig. E. 26065. CDU 690.576 : 693.97.

315-70. Chevalets d'échafaudage, échafaudages en porte-à-faux (Bockerüste, Auslegergerüste). *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 323, 18 fig. E. 26065. CDU 690.576.

316-70. De l'échafaudage ordinaire à l'appareil universel « Mero » pour les échafaudages dans le bâtiment (dispositif à tubes métalliques). (Vom Baugerüst zum Universal-Baugerüst). MENGINEHAUSEN (M.); *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 325-328, 14 fig. — Disposition de grands échafaudages. Appareils de levage. E. 26065. CDU 690.576 : 621.874.

317-70. Connexions économiques pour échafaudages (Eine sparende Gerüstverbindung). *Esterr. Bauztg*, Autr. (1<sup>er</sup> août 1953), n° 31, p. 7-8, 5 fig. E. 26394. CDU 690.57 : 621.88.

318-70. Échafaudages suspendus mobiles. Filets de sécurité (Fahrbare Hängegerüste, Schutznetze). *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 329, 5 fig. E. 26065. CDU 690.576.

## Do ENTREPRISES. ORGANISATION. MAIN-D'ŒUVRE

300-70. Le rôle et l'activité de la Fédération internationale du Bâtiment et des Travaux publics. *Monit. Trav. publ. Bâtim.*, Fr. (8 août 1953), n° 32, p. 23-24. E. 26452. CDU 690.08.

301-70. Nouvelles méthodes dans la construction des routes et des ponts (Neue Wege im Strassen- und Brückenbau). *Strassen- und Tiefbau*, All. (juil. 1953), n° 7, p. 260, 4 fig. (Armature en grillage d'acier). E. 26550. CDU 690.022 : 625.7/8.

302-70. La documentation internationale (Internationale Dokumentation). MATHYS (E.); *Schweiz. Bauztg*, Suisse (25 juil. 1953), n° 30, p. 434-435. — Congrès de mai 1953 à Vienne. E. 26260. CDU 025.4 (061.3).

## Dod MATÉRIEL ET OUTILLAGE

303-70. Une locomotive sur pneus transforme le désert en une grande route (Rubber-tired locomotive makes the desert a highway). *Muck Shifter*, G.-B. (août 1953), vol. 2, n° 8, p. 379-380, 3 fig. — La locomotive produit le courant électrique qui est utilisé par des châssis porteurs attelés à la locomotive et dont les quatre roues sont motrices. E. 26423. CDU 629.1.

304-70. Conditions économiques et entretien des compresseurs pour le bâtiment (Wirtschaftlichkeit und Wartung von Kompressoren für den Baubetrieb). RIEDIG; *Bauwirtschaft*, All. (11 juil. 1953), n° 28, p. 692, 694. E. 26100. CDU 621.313.

305-70. L'exploitation des installations de génie civil (The operation of civil engineering plant). SPENCE GEDDES; *Contract Rec. Publ. Works Engr*, G.-B. (juin 1953), vol. 5, n° 2, p. 37, 39, 41, 43, 3 fig. — Considérations financières. E. 26079. CDU 621.7/8 : 690.031.

## F. — LES OUVRAGES

### Fac ÉLÉMENTS PORTEURS

#### Fac j Ossatures. Piliers. Colonnes.

319-70. Calcul plus rationnel des poteaux. Commentaires et conseils (More rational column design, with comments). HANSEN (W.); *J. Instn Engrs Austral.* (avr.-mai 1953), vol. 25, n° 4-5, p. 73-80, 11 fig., 16 réf. bibl. E. 26440. CDU 690.237.52 : 518.5.

320-70. Murs en béton compris entre deux plaques maintenues par des supports spéciaux (Mantelbeton mit Mono-Plattenhaltern). RUCZKA (V.); *Herakliith Rdsch.*, Autr. (fév. 1953), n° 22, p. 14-15, 3 fig. E. 26337. CDU 690.22 : 691.32 : 690.575.

321-70. Encore le problème des évacuations de faibles sections pour les fumées (Nochmals die Problematik des engen Rauchzuges). EHRLICH (E. K.); *Esterr. Bauztg*, Autr. (1<sup>er</sup> août 1953), n° 31, p. 4. E. 26394. CDU 697.81.

322-70. Calcul direct d'ossatures élastiques en treillis statiquement indéterminées pour des systèmes simples de charges (Direct design of elastic statically indeterminate triangulated frameworks for single systems of loads). FRANCIS (A. J.); *Austral. J. appl. Sci.*, Austral. (juin 1953), vol. 4, n° 2, p. 175-185, 10 fig., 3 réf. bibl. E. 26410. CDU 693.97 : 518.5.

306-70. Prix de revient des engins de terrassement. I. TOFANI (R.); *Tech. mod., Constr.*, Fr. (juil. 1953), t. 8, n° 7, p. 225-234, 9 fig. E. 26242. CDU 621.879 : 624.13.

307-70. Introduction à l'étude des tamis. *Bull. Réunion Lab. Essais Recherches Matér. Constr.* (R. I. L. E. M.), Fr. (mars 1953), n° 13, p. 79-94, 2 fig., 1 fig. h. t. E. 24856. CDU 622.74.

308-70. Une grue moderne à pylône unique (A modern monotor crane). PATRICK (J.); *Dock Harbour Author.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 34, n° 393, p. 86-90, 7 fig. — Capacité de levage : 35 t, sur un rayon de 34 m. La grue pivote dans un pylône porté par trente-deux roues en acier coulé. E. 26171. CDU 621.874.

309-70. L'étude des ponts roulants (Die Projektierung von Laufkränen). PREISIG (P.); *Stahlbau Bericht*, Suisse (juil. 1953), n° 19, 15 p., 12 fig. (résumé français). E. 26275. CDU 621.874.

310-70. Élévateurs pour le bâtiment. (Baufzüge). *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 330, 7 fig. E. 26065. CDU 621.874 : 728.

311-70. Le chargeur Decauville, un appareil universel (Der Decauville-Lader, ein Universal-arbeitsgerät). *Allg. Bauztg*, Autr. (27 mai 1953), n° 352, p. 6, 1 réf. bibl. E. 26723. CDU 621.874.

## Dof ORGANISATION DE CHANTIERS

312-70. La sécurité des maçons travaillant sur des échafaudages volants. CHAZAUD (L.); *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. publ.*, Fr. (juin 1953), n° 3, p. 115, 3 fig. E. 26202. CDU 690.576 : 614.823.

313-70. Visite à Strasbourg : L'activité du service de prévention de la Caisse de Sécurité Sociale de Strasbourg. *Trav. Sécur.*, Fr. (juin 1953), n° 6, p. 162-168, 5 fig. — Grands services rendus par les filets de sécurité. E. 26105. CDU 331.823.

### Fac l Poutres. Dalles. Planchers.

323-70. Le calcul des poutres en béton armé. Le cercle de Mohr et la courbe intrinsèque. II. COÜARD (A.); *Génie civ.*, Fr. (15 juil. 1953), t. 130, n° 14, p. 272-273, 2 réf. bibl. E. 26144. CDU 690.237.22 : 693.55.

324-70. L'application de la fonction d'Heaviside aux problèmes de poutre (The application of Heaviside's step-function to beam problems). GOLDBERG (J. E.); *Proc. A. S. C. E. (Engng Mechanics Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 202, 14 p., 7 fig., 9 réf. bibl. E. 26303. CDU 690.237.22 : 518.5.

325-70. Flexion d'une poutre circulaire fixée au droit des charges et reposant sur une fondation élastique (Bending of a constrained circular beam resting on an elastic foundation). VOLTERRA (E.), CHUNG (R.); *Proc. A. S. C. E. (Engng Mechanics Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 205, 13 p., 9 fig., 9 réf. bibl. E. 26306. CDU 690.237.22 : 624.131 : 518.5.

326-70. Les contraintes dans une poutre courbe (Stresses in a curved beam). RICHARDS (A. D.); *Engineering*, G.-B. (24 juil. 1953), vol. 176, n° 4565, p. 103-105, 12 fig. E. 26343. CDU 690.237.22 : 518.5.

327-70. Méthode du groupage des charges appliquée au calcul des portiques (Group loadings applied to the analysis of frames). MOR-

RISON (I. F.); *Proc. A. S. C. E. (Struct. Div.)*, U. S. A. (avr. 1953), vol. 79, Separ. n° 183, 15 p., 13 fig., 2 réf. bibl. E. 25841.  
CDU 693.9 : 518.5.

328-70. Plaque avec différentes conditions d'appui élastique (Plates with boundary conditions of elastic support). FUCHS (S. J.); *Proc. A. S. C. E. (Engng. Mech. Div.)*, U. S. A. (juin 1953), vol. 79, Separ. n° 199, 24 p., 11 fig., 11 réf. bibl. E. 26194.  
CDU 691.413 : 518.5.

329-70. Flambement de plaques rectangulaires comprimées uniformément suivant une direction verticale par le bord supérieur libre (Buckling of rectangular plates uniformly compressed in the vertical direction with the upper edge free). SHULESHKO (P.); *J. Instn Engrs Austral.*, Austral. (avr.-mai 1953), vol. 25, n° 4-5, p. 58-62, 8 fig., 19 réf. bibl. E. 26440.  
CDU 691.413 : 518.5.

330-70. Charges mobiles à prévoir sur les planchers des bâtiments (Live loads on buildings floors). *Indian Concr. J.*, Inde (15 juil. 1953), vol. 27, n° 7, p. 291-292, 1 fig. — (Tiré de : « Live loads on floors in buildings », J. W. DUNHAM, Nation. Bureau Stand. Build. Mater. Struct. Rep. BMS 133). E. 26647.  
CDU : 690.25 : 690.46.

331-70. La construction agricole : le plancher en acier (Vom landwirtschaftlichen Bauen). HALPAAP, BAASEN; *Ziegelindustrie, All.* (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 13, p. 575-577, 4 fig., E. 26014.  
CDU 690.25 : 693.97.

332-70. L'amortissement du bruit des pas, la protection contre la chaleur et la défense contre l'incendie dans les revêtements de planchers en asphalte dans la construction (Zur Frage der Trittschalldämmung, der Wärmedämmung und des Feuerschutzes bei Asphalt-Fussbodenbelägen im Hochbau). NEUMANN (H.); *Bitumen, All.* (juin 1953), n° 5, p. 105-109, 9 fig., 1 réf. bibl. E. 26077.  
CDU 690.25 : 693.625 : 691.161.

333-70. Revêtements de planchers (Fussbodenbeläge). *Dtsch. Bauz., All.* (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 316-317, 2 fig. E. 26065.  
CDU 690.25 : 729.69.

334-70. Pose d'éléments préfabriqués de parquet sur des planchers par l'emploi de plaques d'Heraklith (Die Verlegung von vorfabrizierten Parketteinheiten auf Massivdecken unter Verwendung von Heraklithplatten). *Heraklith Rdsch., Autr.* (fév. 1953), n° 22, p. 9, 1 fig. E. 26337.  
CDU 690.25 : 691.11.

Fac m Toitures. Voûtes.  
Dômes. Coupôles.  
Arcs. Escaliers.

335-70. L'escalier : conception et exécution des escaliers, leurs caractéristiques générales. JAROUSSEAU (J.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (nov. 1953), n° 71 (Manuel de la charpente en bois, n° 14), p. 1081-1104, 69 fig. — Description des éléments constitutifs de l'escalier : marches, contremarches, limon et crémaillère, poteaux, balustres et main-courante; étude du giron et des hauteurs de marches et classification des escaliers. Étude des projets, du tracé des dessins d'exécution et du tracé des épures de chantier. Préparation des bois, tracé du débit des marches, établissement des limons et des crémaillères, tracé sur l'épure des balustrades, exécution des assemblages et des encastresments, finition à l'atelier, pose à pied d'œuvre. E. 26680.  
CDU 690.26 : 694.1.

336-70. Projet de norme allemande DIN 18 065 : Escaliers d'immeubles d'habitation; règles de construction (Deutsche Normen. Entwurf DIN 18 065 : Wohnhaustreppen. Rohbau-Richtmasse). *Betonst. Ztg., All.* (juil. 1953), n° 7, p. 274-275, 11 fig. (résumés anglais, français). E. 26200.  
CDU 690.26 : 389.64.

337-70. Reconstruction partielle en alliage léger du toit, de la gare de London Bridge (The

partial reconstruction of London Bridge station roof in light alloy). *BRIDGE (E. K.)*; *Chartered civ. Engr., G.-B.* (juil. 1953), p. 10-14, 3 fig. E. 26116.  
CDU 690.24 : 691.77.

338-70. La forme du toit et l'utilisation du toit dans la maison d'habitation (Dachform und Dachnutzung im Wohnungsbau). TRIEBEL (W.); *Ziegelindustrie, All.* (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 13, p. 578-581, 5 fig., 1 réf. bibl. E. 26014.  
CDU 690.24 : 728.

339-70. Le toit en métal léger « Fural » (Das « Fural » Leichtmetalldach). WEISER (W.); *Heraklith Rdsch., Autr.* (fév. 1953), n° 22, p. 10-14, 14 fig. E. 26337.  
CDU 690.24 : 691.7.

340-70. La terrasse idéale (Das ideale Flachdach). *Oesterr. Bauztg., Autr.* (1<sup>er</sup> août 1953), n° 31, p. 6, 1 fig. — Combinaison de plaques légères en laine de bois et de plaques de bitume. E. 26394.  
CDU 690.243.

341-70. Corps creux cylindriques, bases d'une nouvelle technique dans la construction. VAN REMOORTELE (A.); *Soc. R. Belg. Engrs Industr.*, Belg. (août 1953), n° 4, p. 167-176, 36 fig. E. 26516.  
CDU 690.236 : 691.42.

342-70. La construction des voûtes des grandes salles souterraines. HEGSTAD (M. R.); *Monde souterr., Fr.* (avr.-juin 1953), n° 76-77, p. 970-972, 5 fig. E. 26375.  
CDU 690.236 : 690.354.

343-70. Calcul des toitures en voûtes minces sans poutres de raidissement (Calculation of shell roofs without stiffening beams). PADUAT (A.); *Concr. Constr. Engng., G.-B.* (oct. 1952), vol. 47, n° 10, p. 297-299, 3 fig. — Calcul simplifié d'une série de voûtes minces jointives de 15,3 m de corde, autoportantes sur une portée de 17,4 m. Calcul des armatures. E. 26222.  
Trad. I. T. 360, 5 p. CDU 690.244 : 693.55 : 518.5.

344-70. Détermination des contraintes dans les voûtes en béton armé (Ueber die Spannungsermittlung in Stahlbetongewölben). BRANDES (G.); *Bauingenieur, All.* (juil. 1952), n° 7, p. 265-268, 12 fig. E. 23064.  
CDU 690.236 : 693.55 : 518.5.

345-70. Poussée horizontale sur un arc parabolique à deux articulations (Horizontal thrust on a two-pinned parabolic arch). HICKS (R.); *Engineering, G.-B.* (10 juil. 1953), vol. 176, n° 4563, p. 34, 5 fig. — Cette méthode abrégée de calcul pour déterminer la poussée exercée par l'arc permet d'éviter de longues intégrations. E. 26110.  
CDU 690.236 : 518.5.

346-70. Efforts tangentiels dans les voiles autoportants. PARIS (A.); *Travaux, Fr.* (août 1953), n° 226, p. 383-389, 6 fig. E. 26252.  
CDU 690.236 : 518.5.

Fac d ÉLÉMENTS  
NON PORTEURS

Fac j Cloisons. Plafonds.

347-70. Amiante-ciment pour cloisons (Asbestzement für Trennwandanlagen). GRAETZ (W.); *Dtsch. Bauz., All.* (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 312-315, 10 fig. E. 26065.  
CDU 690.225 : 691.328.5.

348-70. Cloisons légères. I. (Leichte Trennwände). *Dtsch. Bauz., All.* (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 318, 13 fig. — Directives pour l'exécution. E. 26065.  
CDU 690.225.

349-70. Exécution rapide des parois extérieures d'un gratte-ciel avec des panneaux correspondant à deux étages (Skyscraper enclosed fast with 2-story panels). *Engng News-Rec., U. S. A.* (13 août 1953), vol. 151, n° 7, p. 43, 45-46, 8 fig. E. 26511.  
CDU 691.41 : 720.922.2.

350-70. Murs formés de panneaux dans des bâtiments en ossature métallique (Panel walls in framed buildings). NIELD (D.); *J. R. I. B. A., G.-B.* (août 1953), vol. 60, n° 10, p. 401-408, 24 fig. — Exemples en Suisse, en Allemagne, en Hollande, en France. Fixation des panneaux. Dalles en béton. E. 26495.  
CDU 691.41 : 690.22.

351-70. Plafonds chauffants et confort (Heated ceilings and comfort). TASKER (F. A.), BRUCE (H. H.), CHRENKO (F. A.); *J. Instn Heat. Ventil. Engrs, G.-B.* (juil. 1953), vol. 21, n° 215, p. 145-154, 6 fig., 4 réf. bibl. — Discussion d'un article de F. A. CHRENKO dans « J. Instn Heat. Ventil. Engrs », janv. 1953, vol. 20, n° 209 (notre D. T. n° 156-65). E. 26212.  
CDU 690.254 : 697.353.

352-70. Insonorisation pratique dans les plafonds massifs (Praktischer Schallschutz bei Massivdecken). EICHLER (F.); *Bauplan.-Bau-techn., All.* (nov. 1952), n° 14, p. 496-502, 15 fig. 10 réf. bibl. E. 26243.  
CDU 690.254 : 699.844.

Fac I Menuiseries.

353-70. Les fermetures métalliques du bâtiment. *Œuvres Maîtres-Œuvre, Fr.* (Equip., Aménagement-Décoration, n° 11), n° 24, 12 p., 55 fig., E. 26031.  
CDU 690.28 : 672.

354-70. Fenêtres en bois (Holzfenster). *Dtsch. Bauz., All.* (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 319-320, 5 fig. — Exemples d'exécution. E. 26065.  
CDU 690.282 : 694.6.

355-70. Portes à fonctionnement automatique. BRANDENBERGER (H.); *J. Electriciens, Fr.* (juil. 1953), n° 291, p. 197-201, 4 fig. — (Tiré de « Elektroindustrie »). E. 26066.  
CDU 690.281 : 621.316.

Feb HABITATIONS

356-70. Le confort en été (Summer comfort). *Univ. Illinois Bull., U. S. A.* (juil. 1953), vol. 50, n° 79, Small Homes Council, Circ. ser. G.6.0, 7 p., 23 fig. — Dispositifs divers applicables à l'habitation. E. 26586.  
CDU 392.3 : 728.

357-70. Effets d'exécutions défectueuses sur un bâtiment d'habitation (Auswirkung von Fehlausführungen an einem Wohngebäude). SCHLÜTER (C.); *Bauplan. Bautech., All.* (juin 1953), n° 6, p. 278-281, 15 fig. E. 26008.  
CDU 728 : 690.592.

358-70. Travail de chantier et préfabrication dans l'installation de l'habitation (Baustellenarbeit und Vorfertigung in der Hausinstallation). HOLL (P.); *Bauwirtschaft, All.* (4 juil. 1953), n° 27, p. 662-664, 7 fig. E. 26043.  
CDU 728 : 693.057.1.

Feb I Habitations  
individuelles.

359-70. Plans types de logements économiques et familiaux. Logements individuels. Ed : M. R. U., avenue du Parc-de-Passy, Paris (5 juin 1953), 3 p. de texte + 55 pl. E. 26209.  
CDU 720.1 : 728.3 (02).

360-70. Plans types de logements économiques et familiaux. Immeubles collectifs. Ed : M. R. U., avenue du Parc-de-Passy, Paris (5 juin 1953), 3 p. de texte + 29 pl. E. 26478.  
CDU 728.3 : 720.1 (02).

361-70. L'Australie (Maisons d'habitation, tropicales et autres; université et stade en Australie). *Œuvres Maîtres-Œuvre, Fr.* (Plastique Architecturale, n° 10), n° 24, 24 p., 49 fig. E. 26031.  
CDU 728.3 : 690.37.

362-70. Les maisons économiques en terre cuite. Tuiles-Briques, Fr. (avr.-mai-juin 1953), n° 14, p. 13-17, 8 fig. E. 26756.  
CDU 728.3 : 691.42.

363-70. Maisons d'une famille à Bad Godesberg pour les troupes anglaises d'occupation (Einfamilienhäuser in Bad Godesberg-Rigal für die englische Besatzungsmacht). *Dtsch. Bauz., All.* (1<sup>er</sup> août 1953), n° 8, p. 348-352, 14 fig. E. 26503.  
CDU 725.18 : 728.3.



Feb mo Immeubles  
de rapport.

364-70. Reconstruction à Marseille. Quelques immeubles d'habitation en voie d'achèvement. SUQUET-BONNAUD (A.); *Constr. mod.*, Fr. (juil. 1953), n° 7, p. 246-259, 30 fig., 1 réf. bibl. E. 26087. CDU 728.2.

365-70. Maisons à étages multiples pour femmes seules à Mannheim (Das Frauenwohn-Hochhaus in Mannheim). URBAN (P.); *Bauwirtschaft*, All. (18 juil. 1953), n° 29, p. 718-719, 3 fig. E. 26148. CDU 728.2.

366-70. Logements économiques d'Arles-sur-Rhône. *Bâtiment. Trav. Publ.*, Fr. (23 juil. 1953), n° 14, p. 17-21, 4 fig. E. 26232. CDU 728.2.

367-70. Le groupe Michel-Bizot-Sahel. *Tuiles-Briques*, Fr. (avr.-mai-juin 1953), n° 14, p. 21-23, 4 fig. E. 26756. CDU 728.2.

Fec BATIMENTS  
CULTURELS

368-70. Isolation acoustique d'une salle d'opérations chirurgicales (Sound insulation of surgery). R. R. S. Dig., G.-B. (juil. 1953), n° 56, p. 2. E. 26416. CDU 725.51 : 699.844.

369-70. Emploi du béton armé dans une église de La Paz (Bolivie) (Reinforced concrete featured in Bolivian church). LUND (C. E.), SCHACHERL (R. D.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 23, n° 7, p. 46-47, 5 fig. E. 26342. CDU 726.5 : 693.55.

370-70. Groupe scolaire Roger-Salengro à Coudekerque-Branches. *Œuvres Maîtres-Œuvres*, Fr. (Groupes scolaires, n° 6), n° 24, 3 p., 9 fig. E. 26031. CDU 727.1.

371-70. Concours pour une école primaire à Zurich (Wettbewerb für ein Primarschulhaus im Untermos in Zürich-Alttetten). *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (8 août 1953), n° 32, p. 459-465, 22 fig. E. 26399. CDU 727.112.

372-70. Construction des écoles rurales (Ländlicher Schulbau). NAGEL (S.); *Dtsch. Bauz.*, All. (1<sup>er</sup> juil. 1953), n° 7, p. 298-302, 4 fig. E. 26065. CDU 727.112 : 63.

373-70. Le Collège technique de Peterborough (Peterborough technical College). *Architect*, G.-B. (30 juil. 1953), vol. 204, n° 5, p. 126-135, 20 fig. — Plan général prévu pour extensions futures. Ateliers. Toiture en voûte mince. E. 26355. CDU 727.113 : 690.244.

374-70. Joints de dilatation au Collège technique de Peterborough (Expansion joints at Peterborough technical College). JENKIN (D.); *Architect*, G.-B. (30 juil. 1953), vol. 204, n° 5, p. 136-138, 9 fig. E. 26355. CDU 727.113.

375-70. Le stade olympique de Rome (Lo stadio olimpionico di Roma). *Corr. Costr.*, Ital. (6 août 1953), n° 32, p. 6, 5 fig. E. 26366. CDU 725.826.4.

376-70. Confort et qualité du spectacle cinématographique. Influences sur la conception technique des salles de cinéma. VIVIÉ (J.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (nov. 1953), n° 71 (Architecture et Urbanisme, n° 11), p. 1022-1030, 24 fig. — Caractéristiques nécessaires de l'architecture et de l'équipement d'une salle de cinéma pour le confort et la qualité. Rendus perspectif et géométrique des images, rendu des contrastes. Éléments essentiels du confort. Problème de l'audition : essais de la Commission Supérieure Technique du Cinéma. Validité des données techniques actuelles pour les projets de salles. E. 26679. CDU 725.823.4.

377-70. La vision et l'audition au cinéma. VIVIÉ (J.); *Heraklioth Rdsch.*, Autr. (mai 1953), n° 23, p. 4-5, 3 fig. (en français). — (Extrait de « Atomes », oct. 1951). E. 26338. CDU 725.823.4.

Fed OUVRAGES  
D'UTILITÉ PUBLIQUE

Fed la Alimentation en eau.

378-70. De l'eau « distillée » sans distillation. URECH (P.); *Installation*, Suisse (août 1953), n° 4, p. 114-115. E. 26482. CDU 628.16.

379-70. Formules applicables aux projets de bassins de décantation (Formulas aplicaveis ao projeto de bacias de decantação). *Bol. Repartic. Aguas Esgotos* (R. A. E.), Brésil (déc. 1952), n° 24, p. 54-59, 1 fig. (Tiré de « Tech. de l'Eau », Belg., n° 55, article de POEPEL). E. 26205. CDU 628.16.

Fed m Hygiène publique.

380-70. Recherche en cours sur la technique sanitaire à l'Université de Floride (Current research in sanitary engineering at the University of Florida). SMITH (D. B.); *Proc. A. S. C. E.* (Sanit. Engng Div.), U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ., n° 207, 34 p., 15 fig., 16 réf. bibl. E. 26308. CDU 628.2/4 : 727.3.

381-70. Les nouveaux développements de la technique des eaux usées en Allemagne (Querschnitt durch die neuere Entwicklung der Abwassertechnik in Deutschland). ROHDE (H.); *Wasserwirtschaft*, All. (juil. 1953), n° 10, p. 251-260, 25 fig. E. 26177. CDU 628.2/4.

382-70. Nouveaux principes dans l'étude du traitement et de l'évacuation des eaux résiduaires industrielles. I. II (fin). PIEN (J.); *Eau*, Fr. (juil. 1953), n° 7, p. 97-100, 1 fig.; (août 1953), n° 8, p. 119-120, 1 réf. bibl. — Conditions à remplir pour profiter au maximum du phénomène de l'autoépuration. E. 26386, 26684. CDU 628.2/4.

383-70. Fosses septiques. *Ordre Archit. Conseil Régional Paris*, Fr. (juil.-août 1953), n° 47, p. 25-33, 1 fig. — Circulaire ministérielle n° 60 du 4 mai 1953 relative aux appareils d'assainissement dits « fosses septiques » et aux appareils ou dispositifs épurateurs de leurs effluents. E. 26115. CDU 628.35.

384-70. Les fosses septiques. Leur emploi dans les dispositifs individuels d'élimination des résidus domestiques (Fossas septicas seu emprego em sistemas individuais de lançamento de esgotos domesticos). FRANCES (O.); *Lab. Engenharia civ.* (Minist. Obras Publ.), Portug. (fév. 1953), C. I. T. n° 10, série L-4, 18 p., 8 fig. (Traduit de « H. H. F. A. »). *Hous. Res. Pap.* n° 18). E. 25983. CDU 628.35.

385-70. Les égouts d'Oran. *Chantiers Algérie* (janv.-fév.-mars 1953), n° 10, 3 p., 10 fig. E. 26045. CDU 628.3.

Fib OUVRAGES INDUSTRIELS  
ET COMMERCIAUX

Fib je Industrie.

386-70. Bâtiments industriels préfabriqués en alliage d'aluminium. *Tech. mod.*, *Constr.*, Fr. (juil. 1953), t. 8, n° 7, p. 239, 1 fig. E. 26242. CDU 725.4 : 691.77.

387-70. Types de balles avec chemins de roulement de ponts roulants pour les applications industrielles les plus importantes (Hallentypen mit Kranbahnen für die wichtigsten Industriereweite unter Berücksichtigung verschiedener Ausführungsarten und Baustoffe). ZEIDLER (H.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (nov. 1952), n° 14, p. 503-511, 21 fig. E. 26243. CDU 725.4 : 621.874.

388-70. Construction du Bureau Central des Acieries Royales Néerlandaises à IJmuiden (Het hoofdkantoor van de N. V. Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken te IJmuiden). VAN WALRAVEN (A. J.); *Ingenieur*, Pays-Bas (3 juil. 1953), n° 27, p. B.117-B.124, 15 fig. E. 26042. CDU 725.4 : 725.23.

Fib ji Agriculture. Élevage.

389-70. Comment construire rationnellement les logements d'animaux. Étude théorique et conclusions pratiques. I. II. GOVIN (L.); *Constr. mod.*, Fr. (mai 1953), n° 5, p. 169-172, 4 fig. (juil. 1953), n° 7, p. 265-268, 4 fig. E. 25374, 26087. CDU 63.

Fib I Dépôts de marchandises.  
Marchés.

390-70. Les moulins de Melun. *Constr. mod.*, Fr. (août 1953), n° 8, p. 292-297, 12 fig. E. 26446. CDU 725.36 : 63.

391-70. Modification et réparation d'un magasin en béton armé (Alteration and repair of a reinforced concrete warehouse). REVESZ (S.); *Struct. Engr.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 31, n° 7, p. 179-186, 19 fig. — Réparation de poteaux et de poutres en béton armé endommagés par les bombardements. Reprise en sous-œuvre d'un angle et de poteaux du rez-de-chaussée. E. 26037. CDU 725.3 : 690.593.2.

392-70. Un type exceptionnel de hangar (Unusual design for hangar roof). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (23 juil. 1953), vol. 151, n° 4, p. 32, 35, 2 fig. — Charpente métallique comportant un dispositif pour supporter de chaque côté une toiture en porte-à-faux. La partie médiane (support central) a 30 m de large et chaque toiture latérale suspendue déborde la partie centrale de 40 m en porte-à-faux. E. 26512. CDU 725.39 : 693.97.

393-70. Projet et installation du chantier pour les nouveaux hangars de quai à Wismar (Allemagne) (Der Entwurf und die Baustelleneinrichtung für den neuen Kaishuppen am Ueberseehafen in Wismar). VÖLCKERS (W.); *Bauplan. Bautech.*, All. (juin 1953), n° 6, p. 264-268, 16 fig. E. 26008. CDU 725.39 : 627.3 : 690.5.

Fib m Commerce.  
Finances.

394-70. Le nouveau bâtiment du « Bankverein » de Zürich (Der Neubau des Schweizerischen Bankvereins in Zurich). *Hoch-Tiefbau*, Suisse (22 août 1953), n° 34, en français : p. 273-274; en allemand : p. 275-277, 6 fig. E. 26451. CDU 725.24.

Fib n Production d'énergie.  
Barrages.

395-70. Les problèmes des économies d'énergie. TAIK (G.); *Flamme-Thermique*, Fr. (juin 1953), n° 57, p. 13-19. — Problème de l'énergie en France, production, besoins, charbon, pétrole, électricité. Recherche dans le pétrole et dans l'électricité. Recherche des limitations d'importation. Discussion. E. 26089. CDU 621.3 : 621.4 : 627.8.

396-70. Transport hydraulique et décantation des matériaux solides. Ed. : La Houille Blanche, Grenoble. Fr. (1953), 224 p., nombre fig., nombre réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-919 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26350. CDU 627.8 : 532 (02).

397-70. Problème de l'exploitation de l'énergie hydraulique dans le Centre-Europe (Probleme der Kraftwasserwirtschaft in Mitteleuropa). VAS (O.); Ed. Springer, Vienne, Autr. (1952). *Schriftenreihe Österreich. Wasserwirtschafts* n° 22, 1 vol., 60 p., 27 fig., 42 réf. bibl. Voir analyse détaillée B-930 au chap. III « Bibliographie ». — E. 25896. CDU 627.3 (02).

398-70. Quatrième Congrès d'hydraulique réuni à Naples, en mai 1953 (IV Convegno di idraulica di Napoli, 14-15 maggio 1953). *Energ. elettr.*, Ital. (juin 1953), n° 6, p. 383-385. — Mémoires présentés : Recherches expérimentales.



tales sur la perméabilité des bétons. Détermination de la vitesse de durcissement des bétons. Rapports entre les résistances à la flexion et à la traction dans les bétons. Répartition de la température dans les grandes couléées de béton. Critères d'étude et de service des ouvrages de défense hydraulique en liaison avec les besoins de l'utilisation industrielle et de l'irrigation. Économie dans les excavations pour la pose des conduites. Perméabilité des agrégats cohérents. Régulateurs de niveau des bassins. Constructions en terre : conditions géologiques de l'assise de divers barrages en Italie méridionale. L'Adige et la défense contre les inondations. Recherches géotechniques en Sicile pour l'établissement de barrages. Essais de laboratoires. Imperméabilisation et consolidation des terrains. Congélation de terrain. Diaphragmes imperméables à la bentonite. Consolidation électrique des limons très fins. Essais de charge sur des pieux. Étude de phénomènes d'éboulement. E. 26259.

CDU 627.8 (061.3).

399-70. Vingt-cinq ans consacrés à la construction des barrages. COYNE (A.); *Soc. R. Belg. Ings Industr.*, Belg. (août 1953), n° 4, p. 177-179, 2 fig. E. 26516.

CDU 627.8.

400-70. Études sur le tassement et les infiltrations au barrage de Clark Hill pendant et après la construction (Studies of settlement and seepage at Clark Hill dam during and after construction). BELL (F. M.); *Proc. A. S. C. E.* (Soil Mechanics Foundations Div.), U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 220, 11 p., 8 fig. E. 26321.

CDU 627.8 : 690.592.

401-70. Fermeture et mise en état du Braakman (dans l'estuaire de l'Escaut). I. II (De indijking van de Braakman). CROES (L. O.); *Ingenieur*, Pays-Bas (17 juil. 1953), n° 29, p. B.131-B.144, 17 fig., 1 réf. bibl.; (24 juil. 1953), n° 30, p. B.145-B.154, 12 fig. E. 26214, 26258.

CDU 627.8 : 631.6.

402-70. L'endiguement de la « Doveelbe » (Die Abdämmung der Doveelbe). KRESSNER (B.); SIEBERT (B.), LAUCHT (H.); *Bauingenieur*, All. (sep. 1952), n° 9, p. 313-334, 31 fig. E. 23066.

CDU 627.3 : 627.8.

403-70. Grand réservoir de Glockner-Kaprun (Das Grossspeicherwerk Glockner-Kaprun). GRENGG (H.); Ed. Springer, Vienne, Autr. (1952), Schriftenreihe (Esterreich. Wasserwirtschaftsverbandes n° 23, 35 p., 10 fig. h.-t., réf. bibl. — Voir analyse détaillée B-929 au chap. III « Bibliographie ». E. 25895.

CDU 627.8 (02).

404-70. Bin El Ouidane et l'aménagement hydroélectrique de l'Oued El-Abid produiront 500 000 000 kwh par an et irrigueront 190 000 ha BOISSONNADE (E.); *Chantiers*, Algérie (jan.-fév.-mars 1953), n° 10, 4 p., 3 fig. E. 26045.

CDU 627.8 : 631.6.

405-70. Le barrage de Chastang. Houille blanche, Fr. (juin-juil. 1953), n° 3, p. 424-434, 20 fig. E. 26669.

CDU 627.8.

406-70. Surélévation du barrage du Lac Mentz (Afrique du Sud) (The raising of Lake Mentz dam). *Contract. Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (juin 1953), vol. 5, n° 2, p. 52-55, 9 fig. (Tiré de « Publ. Works South Africa ». E. 26069.

CDU 627.8 : 690.79.

407-70. L'équipement hydroélectrique du Lech Inférieur (Allemagne) (Der Ausbau des « Unter-lech ». HOLLEIS (P.); *Bautechnik* All. (juil. 1953), n° 7, p. 185-189, 14 fig., 5 réf. bibl. Centrale d'Ellgau. E. 26104.

CDU 627.8 : 621.311.21.

408-70. Levée submersible en terre au barrage de Jim Woodruff (Earth overflow dike, Jim Woodruff dam). POLATTY (J. M.); *Proc. A. S. C. E.* (Soil Mechan. Found. Div.), U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 222, 7 p., 2 fig. E. 26323.

CDU 627.8 : 691.41.

409-70. La stabilité des talus dans les barrages non homogènes (Stabilnost nasipa nehomogenog presjeka). NONVEILLER (E.); *Tehnika*, Yougosl.

(1953), vol. 8, n° 2, p. 316-319, 10 fig., 3 réf. bibl. E. 26112.

CDU 627.8 : 691.41.

410-70. L'usine hydroélectrique de Wildegg-Brougg entre en service (Suisse) (Kraftwerk Wildegg-Brugg im Betrieb). HÜRZELER (H.); *Hoch-Tiefbau*, Suisse (8 août 1953), n° 32, en allemand : p. 255-258; en français : p. 258-261 8 fig. — (Projet et travaux d'exécution décrits dans : « Hoch-Tiefbau » n° 12, 13, 15 de 1951, voir notre D. T. 509-46). E. 26411.

CDU 627.8 : 621.311.21.

411-70. Usine hydroélectrique de Sarda (Inde). IV. V (Sarda hydro-electric power station). BALESHWAR NATH; *Indian Concr. J.*, Inde (15 mai 1952), vol. 26, n° 5, p. 133-138, 142, 11 fig.; (15 juil. 1953), vol. 27, n° 7, p. 268-275, 17 fig. — Canalisation en béton armé. Fondations de la salle de contrôle, tassement, joints étanches. E. 20867, 26647.

CDU 627.8 : 621.311.21.

412-70. La centrale hydroélectrique Jablanica sur la Neretva en Herzégovine (Hidrocentrala Jablanica na Neretvi u Hercegovini). MONDECAR (S.); *Tehnika*, Yougosl. (1953), vol. 8, n° 1, p. T.16-T.19, 6 fig. (résumé français). E. 26111.

CDU 627.8 : 621.311.21.

413-70. Vannes de barrage à très grande portée. BILLS (A.); *Génie civ.*, Fr. (1<sup>er</sup> août 1953), t. 130, n° 15, p. 294-295, 5 fig., 3 réf. bibl. (Tiré d'un article de J.-P. J. JITTA, « Ingénieur » 13 fév. 1953). — Exposé d'un projet de vanne à grande portée présentant une section triangulaire et comportant trois cylindres longitudinaux réunis par des bordés en tôles cintrées. Avantages du système. E. 26389.

CDU 627.8.

414-70. Particularités du calcul des vannes du type à caisson. PRINCE (C.); *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (4 juil. 1953), n° 27, p. 391-396, 19 fig., 4 réf. bibl. E. 26021.

CDU 627.8 : 518.5.

415-70. Installation hydroélectrique de Fenestrelle (Piémont) (Impianto idroelettrico di Fenestrelle). BRAGGIO (R.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (juin 1953), n° 6, p. 227-232, 11 fig. — Conduite forcée formée de deux tunnels consécutifs reliés par une canalisation métallique et suivis d'une tuyauterie de descente avec puits piézométrique. E. 26075.

CDU 627.8 : 628.15.

416-70. Centrales hydroélectriques mues par la marée (Centrali idroelettriche a marea). *Corr. Costr.*, Ital. (30 juil. 1953), n° 31, p. 6, 1 fig., 1 réf. bibl. E. 26734.

CDU 621.48.

417-70. Enveloppe métallique sphérique pour les essais d'un réacteur atomique pour sous-marin (A spherical house for submarine reactor). BOOTH (P. M.), MALLORY (C. W.); *U. S. Navy, Civ. Engr Corps Bull.*, U. S. A. (juil. 1953) vol. 7, n° 7, p. 8-11, 6 fig. E. 25994.

CDU 539.1 : 623.

## Fic BATIMENTS PUBLICS

418-70. Mât portatif en aluminium (hauteur 66 m) pour les recherches d'emplacements pour les transmissions par radio (Portable aluminium mast for radio transmission surveys). *Engineering*, G.-B. (24 juil. 1953), vol. 176, n° 4565, p. 127, 3 fig. E. 26343.

CDU 727.944 : 690.237.52 : 691.77.

## Fid VOIES DE COMMUNICATION

### Fid ja Routes.

419-70. Journées techniques de la Route, Metz, 28-30 mai 1953. *Travaux*, Fr. (août 1953), n° 226, p. 410-414. — Problèmes du réseau routier dans les régions industrielles de la Moselle. La route au Grand-Duché de Luxembourg : état actuel et amélioration prévues. Renseignements sur divers chantiers de routes nationales. Ressources de l'industrie lourde au service de la route. E. 26252.

CDU 625.7/8 (061.3).

420-70. Innovation dans le programme primaire des routes dans l'État de Delaware (Innovation in primary road program in Delaware). HABER (R. A.); *Proc. A. S. C. E.* (Highw. Div.), U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 221, 9 p., 5 fig. — La particularité du programme tient à ce que cet État de faible superficie constitue une « plaque tournante » pour le trafic entre les grandes villes des quatre États qui l'entourent. E. 26322.

CDU 625.746.

421-70. Recherches sur les routes et rapport du directeur des Recherches des routes pour 1952 (Road research, 1952; report of the director of Road Research for the year). *Dept. Sci. Industr. Res.*, G.-B. (1953), 87 p., 32 fig., 12 pl. h. t. — Sécurité Trafic. Matériaux et méthodes de construction : étude des revêtements, sols et agrégats, béton, matériaux bitumineux, recherches diverses. Comptes rendus d'expériences en vraie grandeur. E. 26266.

CDU 625.7/8.

422-70. Longueur du trajet de remorquage pour des tracteurs à chenilles combinés avec des niveleuses dans la construction des routes (Length of haul for crawler tractor and scraper combinations on highway grading jobs). *Highw. Res. Correlation Serv.* (Highw. Res. Board), U. S. A. (juin 1953), Circ. n° 205, 2 p., 1 fig. E. 26383.

CDU 625.731 : 625.8.

423-70. Fondations de route en sol stabilisé (Stabilised soil road bases). BROOKE-BRADLEY (H. E.); *Contract. Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (juin 1953), vol. 5, n° 2, p. 31-33, 35, 43, 5 fig. E. 26079.

CDU 625.731 : 624.138.

424-70. Charges exceptionnelles pour les constructions ordinaires et particulièrement pour les ouvrages d'art des routes ordinaires (Carichi eccezionali per strutture ordinarie con particolare riguardo alle opere d'arte delle strade ordinarie). SUPINO (P.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (juin 1953), n° 6, p. 220-226, 1 fig., 9 réf. bibl. — Charges momentanées, épreuves de stabilité et modalités de transit. E. 26075.

CDU 625.731 : 624.2/8.

425-70. Chaussées légères en grilles d'acier (Leichtfahrbahnen aus Stahlrosten). FRÖHLICH (H.); *Bauingenieur*, All. (août 1952), n° 8, p. 281-291, 37 fig., 9 réf. bibl. E. 23065.

CDU 625.75 : 693.97.

426-70. Construction des routes modernes en béton (Modern concrete road construction). ANDREWS (W. P.); *Contract. Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (juin 1953), vol. 5, n° 2, p. 23-26, 9 fig. E. 26079.

CDU 625.84 : 693.54.

427-70. L'hydrophilie des agrégats et sa mesure. L'hydrophilie et la structure des agrégats. ARIANO (R.); *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (août 1953), n° 259, p. 28-30, 5 fig., 3 réf. bibl. E. 26455.

CDU 625.85 : 691.161 : 620.1.

428-70. Origine et propriétés du bitume actuellement utilisé pour la construction des routes (Herkunft und Eigenschaften des heutigen Strassenbaubitumens). ZIEGS (K.); *Bitumen*, All. (juin 1953), n° 5, p. 97-100, 1 fig. E. 26077.

CDU 625.85 : 691.161.

429-70. Examen de l'aptitude à la mise en œuvre des liants bitumineux dans le cas d'emploi des machines (Berücksichtigung der Aufbereitungsempfindlichkeit bituminöser Bindemittel beim Maschinen-Einsatz). NÜSSEL (H.); *Bitumen*, All. (juin 1953), n° 5, p. 100-104, 10 fig., 9 réf. bibl. E. 26077.

CDU 625.85 : 691.161.

430-70. Fondations des routes et revêtements bitumineux (Strassenunterbau und bituminöse Decken). LÄMMLEIN (A.); *Bitumen*, All. (juil. 1953), n° 6, p. 121-125, 10 fig. E. 26635.

CDU 625.85 : 691.161.

431-70. Boues avec liants émulsifiés (Schlämmen mit emulgierten Bindemitteln). WÄGNER (K.); *Bitumen*, All. (juil. 1953), n° 6, p. 130-132, 5 fig. E. 26635.

CDU 625.85 : 691.161.



432-70. La nouvelle auto-route à péage du New Jersey et les ponts sur le Passaic et le Hackensack (Der new Jersey Turnpike und die Brücken über den Passaic- und den Hackensack-Fluss). SEEGER (K. H.); *Bauingenieur*, All. (août 1952), n° 8, p. 307-310, 6 fig. E. 23065. CDU 625.74.

433-70. Planification et exploitation des routes à péage (Planning and operating turnpikes). NOBLE (Ch. M.); *Proc. A. S. C. E. (Highw. Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 214, 11 p., 2 fig. E. 26315. CDU 711.73 : 720.01.

434-70. Pont-garage du Témouly à Alger. Chantier, Algérie (jan.-fév.-mars 1953), n° 10, 3 p., 7 fig. — Pont pour le passage de la route nationale au-dessus des réservoirs d'eau. Six étages de planchers ont été incorporés à l'ouvrage : deux pour garage public de stationnement, deux pour boxes fermés, un pour parc à autos et un pour atelier. E. 26045. CDU 725.382 : 624.27.

435-70. Construction d'un parc souterrain pour autos à Chicago (Chicago tries under-park parking). *Excav. Engr.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 47, n° 7, p. 18-25, 14 fig., 1 réf. bibl. E. 26196. CDU 725.382 : 690.354.

#### Fid je Voirie urbaine.

436-70. Les revêtements urbains. LEBRUN (F.); *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (août 1953), n° 259, p. 33-36. E. 26455. CDU 625.75.

#### Fid ji Voies ferrées.

437-70. Contribution à l'étude des chemins de fer souterrains (Beitrag zum Bau von U-Bahnen). HANTKE (G.); *Bauingenieur*, All. (oct. 1952), n° 10, p. 357-365, 17 fig., 26 réf. bibl. E. 23067. CDU 625.1 : 690.354.

438-70. Les téléphériques de Courchevel et de Chamrousse. *Travaux*, Fr. (août 1953), n° 226, p. 404, 2 fig. E. 26252. CDU 621.874.

#### Fid l Voies maritimes.

439-70. Méthodes modernes de construction utilisées dans la reconstruction du port de Hambourg (Neuzeitliche Baumethoden beim Wiederaufbau des Hamburger Hafens). BOLLE (A.); *Bauingenieur*, All. (sep. 1952), n° 9, p. 342-345, 13 fig., 7 réf. bibl. E. 23066. CDU 627.217.1 : 690.08.

440-70. Le port de Majunga. Situation actuelle. Vues d'avenir. JOURDAIN (A.); *Travaux*, Fr. (août 1953), n° 226, p. 391-396, 5 fig. E. 26252. CDU 627.3.

441-70. Le port de Freetown (Sierra Leone) (The port of Freetown, Sierra Leone). *Dock Harbour Author.*, G.-B. (juil. 1953), vol. 34, n° 393, p. 67-71, 10 fig. — Récentes extensions. E. 26171. CDU 627.3.

442-70. L'agrandissement du port de la marine hollandaise au Helder (De uitbreiding van's Rijkszeehaven « Het Nieuwe Diep »). ECKINK (A.); *Ingenieur*, Pays-Bas (24 avr. 1953), n° 17, p. B.77-B. 84, 18 fig. — Description des jetées et des quais. (Suite à l'article paru dans « Ingenieur », 1951, n° 34). E. 25048. CDU 627.3.

443-70. Travaux très importants de reconstruction des docks du Nord au port de Liverpool (Extensive reconstruction of the North Docks of the port of Liverpool). *Muck Shifter*, G.-B. (août 1953), vol. 2, n° 8, p. 345-354, 12 fig. E. 26423. CDU 627.3 : 725.34.

444-70. Gare des navires transporteurs d'autos à Douvres (Dover car ferry terminal). *Highw. Bridges Engrg Works*, G.-B. (12 août 1953), vol. 20, n° 996, p. 6, 10, 4 fig. E. 26634. CDU 627.3.

445-70. Technique moderne de transbordement dans les ports (Moderne Hafenumschlags-technik). WUNDRAM (O.); *Bauingenieur*, All. (sep. 1952), n° 9, p. 335-338, 6 fig. E. 23066. CDU 627.3.

446-70. Les voies navigables de l'A. E. F. Étude de l'Oubangui. JOURDAIN (A.); *Tech. mod., Constr.*, Fr. (juil. 1953), t. 8, n° 7, p. 215-219, 4 fig. E. 26242. CDU 627.1 : 626.1.

447-70. Étude de la rugosité des parois dans les canaux rectangulaires (Study of finite boundary roughness in rectangular flumes). *Corps Engrs*, U. S. Army (Waterways Exper. Stn, Vicksburg, Miss.), U. S. A. (juin 1953), Roughness Stand. Hydraul. Models : Report n° 1, Tech. Memor. n° 2-364, VII + 29 p., + 15 p., 27 fig., 1 fig. h. t., 6 réf. bibl. E. 26353. CDU 626.1 : 532.13.

448-70. Aménagements de l'écluse de Saint-Pierre sur le canal de Donzère-Mondragon. SCHMID (A.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (déc. 1953), n° 72 (Construction métallique n° 14), p. 1119-1134, 25 fig. — Description de l'équipement de l'écluse comportant : a) une porte aval chargée de 26 m d'eau et constituée d'une voile métallique tendu circulaire levant, s'effaçant derrière un masque supérieur en béton armé et réalisé par des viroles assemblées par soudage sur chantier; b) d'une porte amont métallique en voile comprimée convexe vers l'amont et s'effaçant devant le mur de chute; c) d'une protection par lisses en chêne et câbles tendus s'escamotant en plongeant jusqu'au radier; d) d'une cabine centrale de manœuvre. E. 26680. CDU 626-42.

449-70. Construction à New-York d'un appontement avec fondations sur des caissons en béton armé (Bau einer Anlege-Brücke in New-York mit Gründung auf Stahlbetonkästen). V. D. I., All. (21 juil. 1953), vol. 95, n° 21, p. 737-738, 1 réf. bibl. — L'appontement a la forme d'un T. La grande branche a 220 m × 46 m, la petite 114 m × 46 m. E. 26226. CDU 627.3 : 624.157.

450-70. Effets des efforts exercés sur les dues d'Albe en acier. I. II (fin) (Kraftwirkungen an Stahlalben). FORSTER (K.); *Bauingenieur*, All. (sep. 1952), n° 9, p. 346-349, 5 fig., 5 réf. bibl. (oct. 1952), n° 10, p. 365-371, 13 fig., 16 réf. bibl. — Étude systématique de principe d'après des considérations présentées en Allemagne et à l'étranger. Efforts provenant du trafic maritime. Forces de résistance dans le duc d'Albe. Pression du vent. Sollicitations axiales et de flexion des pieux. E. 23066, 23067. CDU 627.3 : 518.5.

451-70. Stabilisation d'une berge peu résistante par des caissons profonds (à Stockholm) (Deep caissons stabilize weak bank). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (22 jan. 1953), vol. 150, n° 4, p. 41, 43, 4 fig. E. 24042. CDU 627.3 : 624.152.

452-70. L'asphalte dans la protection des côtes (Asphaltbauweisen im Küstenschutz). ZITSCHER; *Bitumen*, All. (juin 1953), n° 5, p. 111-113, 8 fig. D. 26077. CDU 693.625 : 691.161.

453-70. Étude de la régularisation et de la protection des falaises de Luanda (Angola). (Estudo da regularização e protecção das barrocas de Luanda). NASCIMENTO (U.); *Lab. nacion. Engenharia civ.* (Minist. Obras Publ.) Portugal. (1952), 34 p., 22 fig., 4 fig. h. t., 1 pl. h. t., 13 réf. bibl. (résumés français, anglais). — Généralités sur l'érosion des sols. Principes des terrassements pour la consolidation des terrains. Projet de l'aménagement de Luanda pour lutter contre l'érosion : établissement de terrasses et de nouvelles rues pour assurer l'aménagement urbain des falaises. E. 25984. CDU 627.3 : 624.131.4 : 624.152.

454-70. Étude du premier degré sur la construction de la traversée de la Baie de Tampa (Floride) (First-order survey pin-points construction across Tampa Bay). HAKMAN (P. A.); *Civ. Engrg*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 23, n° 7, p. 43-45, 97, 5 fig. E. 26342. CDU 627.3.

455-70. Recherches expérimentales sur la stabilité d'une jetée à talus incliné soumise à la houle. BARBE (R.), BEAUDEVIN (C.); *Houille*

Blanche, Fr. (juin-juil. 1953), n° 3, p. 346-359, 11 fig., 10 réf. bibl. E. 26669. CDU 627.3 : 620.1.

456-70. Stabilité des brise-lames en enrochements (Stability of rubble-mound breakwaters). *Corps Engrs*, U. S. Army (Waterways Exper. Stn, Vicksburg, Miss.), U. S. A. (juin 1953), Hydraul. Model. Investig., Tech. Memor. n° 2-365, XII + 66 p., + 10 p., 27 fig., 4 fig. h. t., 39 pl. h. t., 2 réf. bibl. E. 26354. CDU 627.3 : 539.

#### Fid p Voies aériennes.

457-70. Sur des probabilités relatives au trafic aérien dans les aéroports. CHANTAL (R.); *Travaux*, Fr. (août 1953), n° 226, p. 397-403, 1 fig., 7 réf. bibl. E. 26252. CDU 629.

458-70. Études récentes de création et d'extension d'aéroports (Recent airport design and development). HAHN (P. A.); *Proc. A. S. C. E. (City Plan. Air Transp. Div.)*, U. S. A. (juin 1953), vol. 79, Separ. n° 196, 8 p., 2 fig., 1 réf. bibl. E. 26191. CDU 629.

459-70. Problèmes techniques et économiques qui se posent pour l'emplacement des aéroports (Engineering and economic problems involved in airport location). COOK (R. N.); *Proc. A. S. C. E. (Air Transp. Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 204, 9 p. E. 26305. CDU 629.

460-70. Extension de l'aéroport de Gatwick (Gatwick airport development). *Engineer*, G.-B. (31 juil. 1953), vol. 196, n° 5088, p. 140, 1 fig. E. 26421. CDU 629.

461-70. Construction du nouvel aéroport international de Puerto-Rico (avec des pistes d'envol de 2,4 km de long) (Construction of the new Puerto Rico international airport). *Muck Shifter*, G.-B. (août 1953), vol. 2, n° 8, p. 360-362, 4 fig. E. 26423. CDU 629.139.1.

462-70. La nouvelle piste d'envol et d'atterrissage de l'aéroport de Newark (U. S. A.) (Die neue Start-und Landebahn des Flughafens Newark). GERLACH (C. E.); *Bitumen*, All. (juil. 1953), n° 6, p. 126-129, 8 fig. (Tiré de « Roads-Streets » (fév. 1953, vol. 96, n° 2, p. 50-56). E. 26635. CDU 629.139.1 : 625.85 : 691.161.

463-70. Le hangar du « Comet », le plus grand des hangars en aluminium (« Comet » flight hangar world's largest in aluminium). *Contract, Rec. Publ. Works Engr.*, G.-B. (juin 1953), vol. 5, n° 2, p. 56-57, 2 fig. E. 26079. CDU 629.139.2 : 725.39 : 691.77.

464-70. L'aéroport de Zurich-Kloten (Der Flughafen Zürich-Kloten). STRICKLER (H.), DESCHER (A. et H.), WEBER (E.); *Schweiz. Bauztg*, Suisse (29 août 1953), n° 35, p. 497-520, 50 fig., 27 fig. h. t., réf. bibl. E. 26533. CDU 629 : 725.39.

#### Fif OUVRAGES D'ART

##### Fif j Souterrains.

465-70. Tunnel routier construit à sec sous la rivière Almendares (La Havane) (Havana traffic tunnel built in the dry under Almendares River). BOSCHEN (H. C.); *Civ. Engrg*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 23, n° 7, p. 29-39, 19 fig. — Étude du sol. Construction du tunnel. Pieux de support de la masse du tunnel. Installation de préparation du béton. Assèchement par pointes filtrantes du batardeau de Miramar. Injections de coulis de ciment pour l'étanchéité du batardeau de Vedado. E. 26342. CDU 624.19 : 625.731.

466-70. Le revêtement d'un tunnel pour aduction d'eau est effectué en trois étapes (Tunnel lining is a three-stage job). ZEIDLHACK (F. S.); *West. Constr.*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 28, n° 7, p. 70-72, 80, 4 fig. E. 26335. CDU 624.19 : 628.15.



467-70. Tunnel « Ljeskove vode » (Gradjenje tunela « Ljeskove vode ») KALAJDZIC (B.); *Tehnika*, Yougosl. (1953), vol. 8, n° 1, p. 117-123, 21 fig. — Une partie du tunnel traversant des sables bouillants a été exécutée par la méthode du caisson. E. 26111. CDU 624.19 : 624.131.

## Fif 1 Soutènement.

468-70. Dans le domaine des constructions préfabriquées : murs de soutènement des terres (Nel campo delle strutture prefabbricate : muri di sostegno delle terre). MALVANI (G.); *G. Genio civ.*, Ital. (juin-juil. 1953), n° 6-7, p. 378-384, 7 fig., 6 réf. bibl. — Étude du comportement statique de ces murs. Méthode pour permettre la préfabrication de ces constructions. E. 26696. CDU 624.152 : 691.41.

## Fif m Ponts.

469-70. Les ponts (I ponti). ALBENGA (G.); Ed. Unione Tipograf.-Editr. Torinese, Ital. (mars 1953), 2<sup>e</sup> édit., 1 vol., VII + 568 p., 656 fig., 15 pl. h. t. — Voir analyse détaillée B-932 au chap. III « Bibliographie ». — E. 26169. CDU 624.2/8 (02).

470-70. Charges mobiles pour ponts-routes à grande portée (Live loading for long-span highway bridges). LUY (R. J.), LIN (T. V.), MITCHELL (S.), RAAB (N. C.), RICHEY (V. J.), SCHEFFEY (C. F.); *Proc. A. S. C. E. (Struct. Div.)*, U. S. A. (juin 1953), vol. 79, Separ. n° 198, 14 p., 9 fig., 12 réf. bibl. E. 26193. CDU 625.74 : 518.5.

471-70. Quelques ponts allemands remarquables. I. II (fin) (Some notable German bridges). CHETTOE (C. S.); *Civ. Engng.*, G.-B. (juin 1953), vol. 48, n° 564, p. 539-541; 6 fig. (juil. 1953), n° 565, p. 648-651, 9 fig. — Ponts de Düsseldorf, Duisberg, Worms et Werre. E. 25729, 26146. CDU 624.2.8.

472-70. Les ponts à grande portée (Ueberbrückung grosser Spannweiten). *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (8 août) 1953), n° 32, p. 459, 9 réf. bibl. E. 26399. CDU 624.2/8.

473-70. Érosions du lit au pied des piles de pont attaquées obliquement par le courant. II (Erosioni d'alveo al piede delle pile di ponte investite obliquamente dalla corrente). ROMITA (P. L.); *Energ. elettr.*, Ital. (juin 1953), n° 6, p. 341-349, 5 fig., 5 réf. bibl. E. 26259. CDU 624.2/8 : 624.131.4.

474-70. Renforcement par soudure du pont de Douarnenez. BASTARD (P.); *Ann. I. T. B. T. P.*, Fr. (oct. 1953), n° 70 (Construction métallique n° 12), p. 901-915, 32 fig. — Renforcement par soudage d'un pont en fer puddlé rivé. Rechargement préalable du fer puddlé par « beurrage » avant exécution des cordons de soudure. Technique, organisation du chantier, contrôles, épreuves, prix de revient. E. 26679. CDU 624.27 : 693.97.

475-70. Charges du vent sur les ponts à poutres en treillis (Wind loads on truss bridges). BIGGS (J. M.); *Proc. A. S. C. E. (Struct. Div.)*,

U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 201, 19 p., 15 fig. E. 26302. CDU 624.27 : 533.6.

476-70. Le pont John E. Mathews à Jacksonville (Floride) (The John E. Mathews bridge). QUADE (M. N.), LEE (R. S.); *Proc. A. S. C. E. (Struct. Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 216, 25 p., 4 fig. — Six travées métalliques en treillis dont la plus longue a 250 m, plus deux approches en travées de faible portée. Longueur totale de l'ouvrage : 2 200 m. E. 26317. CDU 624.27 : 693.97.

477-70. Recherches sur les contraintes dues au poids mort dans le pont dit « Veterans Memorial Bridge » sur le Mississippi à Saint-Louis (Illinois) (Investigation of the dead load stresses in the Mississippi river Veterans Memorial Bridge at East Saint-Louis, Illinois). WYLY (L. T.), KLUCE (R. W.), LENZEN (K. H.), MCGAMMON (L. B.), LAGAARD (M. B.), LARSON (E. W. Jr.); *Proc. A. S. C. E. (Struct. Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 219, 39 p., 30 fig. E. 26320. CDU 624.27 : 539.37.

478-70. Le pont de Fitzroy River (Queensland, Australie) (Fitzroy River bridge, Queensland). HOIT (J. A.); *J. Instn Engrs Austral.*, Austral. (avr.-mai 1953), vol. 25, n° 4-5, p. 63-71, 13 fig., 1 réf. bibl. — Pont-route métallique à quatre voies de voitures, deux trottoirs; largeur : 12,8 m. Poutre continue à âme pleine; sept arches. Longueur totale 366 m. E. 26440. CDU 625.74 : 693.97.

479-70. Directives pour des ponts-routes simples de faibles portées (Regelformen für einfache Strassenbrücken kleiner Stützweiten). TISCHER (W.); *Bauingenieur*, All. (juil. 1952), n° 7, p. 225-264, 75 fig., 17 réf. bibl. E. 23064. CDU 625.74 : 518.5.

480-70. Pont route-rail combinés sur le Tigre à Bagdad (Die Kombinierte Eisenbahn- und Strassenbrücke über den Tigris bei Bagdad). SEEGER (K. H.); *Bauingenieur*, All. (juil. 1952), n° 7, p. 271-273, 6 fig. (Tiré de « J. Instn Civ. Engrs » 1950-51, n° 36, p. 429. CDU 624.27.

481-70. Analyse géotechnique des tassements non uniformes du pont sur l'autoroute Beograd-Zagreb près de Gramocnik (Geotechnicka analiza neravninomernog sleganja nadvoznjaka na autoputu Beograd-Zagreb kod Gramocnika). MEISCHLIDER (H.); *Tehnika*, Yougosl. (1953), vol. 8, n° 2, p. 297-302, 13 fig. E. 26112. CDU 625.74 : 624.131.4.

482-70. Construction du nouveau pont-route sur la Save à Belgrade (O gradenju novog drumskog mosta na Savi u Beogradu). MILOSAVLJEVIC (M.); *Tehnika*, Yougosl. (avr. 1953), n° 4, p. 538-540 (p. 114NG-116NG), 3 fig. (résumé français). E. 26554. CDU 624.27 : 624.5 : 625.74.

483-70. Projet d'un nouveau pont du Diable dans la gorge des Schöllenen. I à IV (Projektierung einer neuen Teufelsbrücke in der Schöllenschlucht). *Schweiz. Bauztg.*, Suisse (31 jan. 1953), n° 5, p. 57-66, 8 fig.; (14 fév. 1953), n° 7, p. 97-98, 1 fig.; (2 mai 1953), n° 18, p. 259-

268, 22 fig.; (11 juil. 1953), n° 28, p. 399-412, 32 fig., 8 réf. bibl. — Historique des ponts successifs sur la Reuss (pont du Diable). Projets divers pour un nouveau pont. Matériaux possibles : pierre naturelle, acier, béton armé. Étude comparative de divers ponts suisses; observations et projets présentés par divers ingénieurs. E. 23943, 24130, 25100, 26133. CDU 624.6.

484-70. Remise en état d'une pile et d'une voûte au viaduc ferroviaire de Herdecke au-dessus de la Ruhr (Geraderichten eines Pfeilers und eines Gewölbes am Eisenbahnviadukt über die Ruhr bei Herdecke). ZUCKER (O.); *Bautechnik*, All. (juil. 1953), n° 7, p. 193-199, 8 fig. E. 26104. CDU 624.6 : 690.593.

485-70. Reconstruction du pont sur la Pescara à S. Clemente di Torre dei Passeri (Ricostruzione del ponte sul fiume Pescara in località S. Clemente di Torre dei Passeri). BETTOCCI (G.); *G. Genio civ.*, Ital. (mai 1953), n° 5, p. 272-274, 7 fig. — Pont métallique. Deux arcs jumelés, ouverture : 47 m, flèche : 11,5 m. E. 26369. CDU 624.6 : 693.97.

486-70. Le projet de reconstruction du pont d'Anceis sur la Loire. COURBON (J.); *Travaux*, Fr. (août 1953), n° 226, p. 375-382, 11 fig. E. 26252. CDU 624.5.

487-70. Passerelle sur le canal Rhin-Herne. *Ossature métall.*, Belg. (juil.-août 1953), n° 7-8, p. 414-415, 3 fig. — Passerelle constituée par une poutre métallique unique en arc placée au milieu du tablier. Portée : 62 m; hauteur sous chaussée très réduite : 80 cm. Largeur entre garde-corps : 3,5 m. Avantages de ce type de pont : moindre poids, meilleures visibilité vers le haut et latérale. E. 26094. CDU 625.74 : 693.97.

488-70. Le pont de Gilmore Street à Jacksonville, Floride (The Gilmore Street bridge-Jacksonville, Florida). HUDDLESTON (P. M.); *Proc. A. S. C. E. (Struct. Div.)*, U. S. A. (juil. 1953), vol. 79, Separ. n° 209, 9 p., 4 fig. — Longueur totale : 1 100 m, comportant notamment une ouverture pour bateaux de 62 m, franchie par deux bras levants. Pont-route métallique pour quatre véhicules de front. E. 26310. CDU 624.82 : 693.97.

489-70. Parapets en béton pour ponts (Concrete railings for bridges). *Indian Concr.*, J. Inde (15 juil. 1953), vol. 27, n° 7, p. 277-282, 14 fig. E. 26647. CDU 624.21 : 693.5.

490-70. Substitution d'un pont nouveau à un pont ancien par ripage simultané des deux tabliers. *Cah. Comit. Prév. Bâtim. Trav. publ.*, Fr. (juin 1953), n° 3, p. 97-100, 7 fig. — Pont sur le Cher à Montluçon. Mesures spéciales prises pour éviter tout accident au cours de cette opération délicate. E. 26202. CDU 624.27 : 690.595.

491-70. Relevage d'un pont par des treuils à air comprimé (Hebung einer Brücke mit Pressluftwinden). SEEGER (K. H.); *Bauingenieur*, All. (août 1952), n° 2, p. 302, 3 fig. (Tiré de « *Compress. Air Magaz.* » 1952, n° 57, p. 38). E. 23065. CDU 624.27 : 690.595.

## II. — TRADUCTIONS

### D'ARTICLES TECHNIQUES EFFECTUÉES PAR L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

Des reproductions de ces traductions peuvent être fournies aux adhérents de l'Institut Technique, moyennant une participation aux frais de traduction fixée forfaitairement à 300 F la page dactylographiée du format normal.

360. Calcul des toitures en voûtes minces sans poutres de raidissement (Calculation of shell roofs without stiffening beams). PAUDART (A.); *Concr. Constr. Engng.*, G.-B. (oct. 1952), vol. 47, n° 10, p. 297-299, 3 fig. — Calcul simplifié d'une série de voûtes minces jointives

de 15,3 m de corde, autoportantes sur une portée de 17,4 m. Calcul des armatures. E. 26222. 5 p.

364. Parlons encore de la cendre volante. Une différence d'opinions... (More about fly

ash... A difference of opinion...). *U. S. Navy, Civ. Engr Corps*, U. S. A. (fév. 1953), vol. 7, n° 2, p. 19-20, 4 réf. bibl. — Discussion de l'influence de l'addition de cendre volante dans les bétons bitumineux sur la quantité d'air occlus. E. 26101, 4 p.



## III. — BIBLIOGRAPHIE

Chaque analyse bibliographique donnant le nom et l'adresse de l'éditeur et le prix de vente, les adhérents de l'Institut Technique sont priés de s'adresser directement aux éditeurs ou aux librairies pour se procurer les ouvrages qu'ils désirent acquérir, toutefois pour les ouvrages édités à l'étranger, il est préférable de les commander par l'intermédiaire de librairies spécialisées dans l'importation. Tous renseignements complémentaires seront fournis sur demande par l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 19, rue La Pérouse, Paris-XVII<sup>e</sup>.

B-912. **Topographie des grands levés et plans généraux.** DAUBRESSE (E.); Ed.: Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (1953), t. 2, 2<sup>e</sup> édit., 1 vol. (14 × 21 cm), 514 p., fig., F 1 940. — **Planimétrie**: I. Bases mathématiques des travaux. — A) Forme et dimensions de la surface de référence. — B) Projection d'un point sur la surface de référence. C) Théorie élémentaire des systèmes de projection. — II: Triangulation générale. A) Méthode de travail. B) Propositions géodésiques fondamentales. C) Calcul du triangle géodésique isolé. D) Longueur du premier côté. E) Transport des coordonnées sur l'ellipsoïde de référence. — III: Principe fondamental des calculs. A) Théorie des moindres carrés. B) Résolution d'un système d'équations normales. C) Précision des opérations. — IV: Calculs. A) Généralités. B) Calcul d'un point topographique. — V: Calculs simultanés de plusieurs points. A) Considérations générales. B) Triangulation locale. C) Polygonation ou cheminement. D) Réseau de polygonales. Plusieurs nœuds. E) Réseau de polygonales. Un seul nœud. — VI: Détails d'exécution. A) Époque des travaux. B) Pratique de la triangulation de quatrième ordre. C) Pratique de la polygonation. D) Pratique du levé de détails. VII: Dessin. A) Plan et instruments. B) Instruments de dessin. C) Mise en page d'un dessin. D) Signes conventionnels. E) Méthode du report. F) Écritures. — **Tachéomètre et stadia**: A) Mire. B) Méthode stadiométrique pour la mesure des longueurs. C) Méthode télémétrique pour la mesure des longueurs. — **Altimétrie**: A) Généralités. B) Nivellement. C) Représentation du relief du sol. — **Compléments de topographie**. I. Orientation magnétique: A) Généralités. B) Orientation magnétique. C) Méthode de levé avec équipement magnétique. — II: Dispositifs divers pour mesure d'appoint. Microscopes, micromètres, prisme rhomboïde. — III: Problème des deux points. — En appendice: A) Règle à calcul. B) Planimètre. C) Déformations projectives. E. 25725.

B-913. **Calcul et exécution des ouvrages en béton armé. I. Méthode générale de calcul. Mise en œuvre.** FORESTIER (V.); Ed.: Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, Fr. (1953), 3<sup>e</sup> édit., 1 vol. (16 × 25 cm), 236 p., 101 fig., F 1 060. — I: **Calcul des sections du béton armé**: I. Rappel des documents officiels concernant le calcul du béton armé. II. Formules générales; contraintes admissibles; formules générales de vérification des contraintes; formules générales de calcul direct des sections. III. Calcul des hourdis minces et des hourdis épais, exemple: formules de la circulaire ministérielle, cas particuliers de calcul. — IV. Calcul des poutres rectangulaires: calcul direct des poutres rectangulaires armées à l'extension seulement et des poutres armées à l'extension et à la compression. V. Calcul des poutres en T armées soit à l'extension, soit à l'extension et à la compression. VI. Considérations, exemples et cas particuliers s'appliquant aux poutres rectangulaires et en T; hauteur économique; exemples; formules de la circulaire ministérielle; cas particuliers; formules du M. R. U.; calcul des étriers; adhérence. VII. Calcul des pièces comprimées: formules de vérification; frettage; section économique; exemples. VIII. Calcul des pièces tendues. IX. Flexion composée. X. Flexion avec compression pour une section

rectangulaire entièrement comprimée. XI. Flexion avec compression pour une section rectangulaire partiellement tendue. XII. Flexion avec compression d'une section en T entièrement comprimée. XIII. Flexion avec compression d'une section en T partiellement tendue. XIV. Flexion avec traction. — XV. Formule et tableaux de contrôle des calculs. — II. **Préparation et mise en œuvre du béton armé**: XVI. Généralités et propriétés du béton armé. XVII. Choix des matériaux. XVIII. Coffrages. XIX. Façon et mise en place des armatures. XX. Dosage et résistance des bétons. XXI. Mélange des matières: bétonnières à charges successives; bétonnières à marche continue. XXII. Installations automatiques de production de béton. XXIII. Usines de production du béton. XXIV. Précautions pour la mise en œuvre du béton. XXV. Transport du béton. XXVI. Mise en œuvre du béton à la main. XXVII. Mise en œuvre par vibration. XXVIII. Mise en œuvre par injection. XXIX. Épreuves et contrôle de la résistance du béton. F. 26837.

B-914. **Mesure des vibrations et isolation des assises de machines.** TENOT (A.); Ed.: Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (1953), 1 vol. (14 × 21,5 cm), 244 p., nombr. fig. — Appareils de mesure des accélérations, des fréquences et des amplitudes. A. *Mesures*: I. Généralités. II. Base fondamentale d'études des trois types d'appareils: accéléromètre, fréquencesmètre et vibromètre (sismographe). III. L'accéléromètre pur: J non périodique (J. est l'accélération d'entraînement). IV. Théorie générale de l'accéléromètre-fréquence vibromètre (ou sismographe) dans le cas d'une vibration d'excitation de caractère sinusoïdal; critères d'utilisation de ces appareils: rapport des fréquences et facteur d'amortissement. V. Domaine d'emploi des appareils liés rigidelement au système vibrant. VI. Théorie du vibromètre ou du vibrographe à palpeur et à boîtier inerte (immobilisé), mesure de vibrations absolues. VII. Description de vibromètres et vibrographes, accéléromètres et accélérographes et fréquencesmètres. — B. *Assises de machines-outils*: VIII. Définitions et buts des assises de machines. IX. Étude type de la propagation au sol ou au plancher des forces d'excitation interne à une machine. X. Causes de vibrations dans les machines-outils. XI. Résumé sur le choix et le calcul d'une assise de machine; suspension des appareils de mesure. XII. Exemple de calcul d'assise souple avec critique des solutions possibles. XIII. Considérations sur les assises dures. XIV. Exemples de montage de machines à l'étage et de réalisations d'assises souples. XV. Étude de l'amortissement. XVI. Exemples de vibrations mesurées sur les machines-outils et des correctifs apportés pour les réduire. XVII. Réglage des machines-outils. Scellement à la plaque de fondation ou au massif. XVIII. Exemple type de réalisation antivibratile et de mesures des vibrations à l'aide de capteurs électrodynamiques Philips en vue du contrôle de l'efficacité des assises élastiques. Annexe I. Détermination des coefficients des harmoniques d'un phénomène vibratoire: le nouvel analyseur harmonique Harvey-Amsler. Annexe II. Protection des hommes contre les vibrations. Bibliographie. E. 26285.

B-915. **La peinture et la vitrerie.** BERNARD (E.); Ed.: Eyrolles, 61, boulevard Saint-Germain, Paris (1953), 1 vol. (17 × 26 cm),

224 p., 38 fig., 31 fig. h. t., F 1 330. — **Peinture**: I. Généralités, définitions, classification, composition des vernis et des peintures, peintures préparées en usine ou sur le chantier, qualités requises. II. Pigments et charges: pigments, principaux pigments utilisés, charges et stabilisants. III. Résines et huiles. IV. Solvants et siccatifs. V. Diverses catégories de peintures: à l'eau, à l'huile, émail, émulsion. VI. Peintures spéciales: antirouille et anticorrosion, antiacides et antibases, bitumineuses, dites ignifuges, hydrofuges, pour ciment et matériaux alcalins, insecticides, celluloses. VII. Vernis employés en bâtiment: généralités, vernis gras, à l'alcool, à l'essence, bitumineux, aux résines synthétiques. VIII. Produits spéciaux, protection des bois, décapants et lessives, encaustiques. IX. Matériel et outillage des peintres; outillage spécial. X. Travaux préparatoires, principaux travaux, exécution. XI. Choix des peintures et des teintes: généralités, couleurs d'ambiance, couleurs de signalisation, influence de la lumière sur les teintes. XII. Application des peintures, défauts des peintures et leurs remèdes, vérification des travaux, ravalement, règlement d'hygiène concernant l'emploi des produits toxiques; travaux d'entretien. — **Vitrerie-miroiterie**: généralités sur le verre, ses caractéristiques et ses défauts, les divers produits fabriqués et leur pose. *Papiers peints* et leur pose. — En annexe: normes, projet de Cahier des charges, bibliographie. E. 26224.

B-916. **Un demi-siècle de progrès dans les travaux publics et le bâtiment. 1903-1953.** Ed.: Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, 32, rue Le Peletier, Paris, Fr. (1953), 1 vol. (24,5 × 31 cm), cxxviii + 211 + cxxix à cxcxi p., nombr. fig., F 1 250 (Numéro spécial publié par le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, à l'occasion du cinquantenaire de sa fondation en 1903). — A. MORICE: Déclaration du Ministre des Travaux Publics, des Transports et du Tourisme. — J.-M. LOUVEL: Déclaration du Ministre de l'Industrie et de l'Énergie. — P. COURANT: Déclaration du Ministre de la Reconstruction et de l'Urbanisme. — J. FOUGEROLLE: L'entrepreneur de travaux publics devant le progrès. — A. BORIE: La mission des travaux publics. — A. DEHE: L'industrie française des travaux publics. — J. ROUGER: Hier et demain: cinquante ans de bâtiment. — J. BOUCHAYER: Les producteurs de matériaux de construction. — R. BOUTTEVILLE: Bilan du demi-siècle. — A. CAQUOT: Évolution dans l'industrie des travaux publics. — E. FREYSSINET: Rôle et vertus du constructeur. — R. GIGUET: Grands barrages et usines hydro-électriques. — R. LEVI: Le progrès dans la construction des ponts sous rails. — L'outillage moderne de la voie ferrée. — A. RUMPLER: Évolution de la route au cours du dernier demi-siècle. — Ed. BELTREMIEUX: Un demi-siècle de ponts routiers français. — F. SENTENAC: Circulation urbaine. — J. AUBERT: Navigation intérieure pendant la première moitié du xx<sup>e</sup> siècle. — A. GERVAIS, de ROUVILLE: Évolution des ports maritimes français au cours d'un demi-siècle. — F.-J. VITALE: Un demi-siècle d'architecture. — A. SPINETTA: Évolution des formes dans l'habitat. — P. DUMONT: Nouvelle orientation de la profession du bâtiment. — P. DUFAU, P. SONREL: Évolution de la profession d'architecte. — J. REYRE: Cinquante ans de financement de la construc.



tion en France. — A. PROTHIN : Cinquante ans d'urbanisme. — P. KOCH : Alimentation en eau. — J. PILPOUL : Équipement de l'immeuble. — A. MISSENAUD : Un demi-siècle de progrès dans la technique des climats artificiels. — P. LAURENT : Un demi-siècle de progrès dans les travaux de peinture de bâtiment. — J. BALAS : Évolution de la profession de plombier installateur sautoire. — J. WETZEL : Progrès de l'éclairage depuis cinquante ans. — E. BILLIARD : Science et technique. — R. L'HERMITE : Rôle de la recherche scientifique dans le progrès de la construction. — M. DURIEZ : Œuvre d'un demi-siècle dans le domaine des matériaux. — P. LEBELLE : Précontraintes. — H. LOSSIER : Progrès réalisés dans les calculs de résistance et leurs répercussions sur l'art du constructeur. — A. POMMIER : Un demi-siècle de progrès dans les matériels de génie civil. — M. HERSENT : Réalisations des entreprises françaises de travaux publics dans le monde. — H. AMIOT : Organisation professionnelle du bâtiment en France. — J. HOUDRY : Naissance et développement de l'organisation professionnelle des travaux publics. E. 26835.

B-917. 240 000 logements par an. Éd. : Fédération Nationale du Bâtiment, 33, avenue Kléber, Paris (1953), 1 vol. (16 × 24 cm), 135 p. — Introduction montrant la nécessité de changer de politique afin de changer les résultats. I. Bilan de sept années : examen objectif de la situation actuelle; plan quadriennal de construction de logements dressé fin 1952. II. Bases rationnelles d'une politique de 240 000 logements. Bases économiques : 1° Avant tout une monnaie stable; 2° Rétablir la rentabilité des loyers. Bases financières et administratives : 1° Assurer la continuité par des programmes, adapter ces programmes; 2° L'établissement et l'exécution des programmes exigent une décentralisation; 3° Diminuer et non accroître la part inflationniste des investissements; 4° L'épargne, seul moyen valable de financement de la construction; 5° Mobilisation de l'épargne par le crédit mutuel différé et indexé. Les moyens matériels, commerciaux et techniques exigent : 1° De considérer qu'il n'est pas de type idéal d'immeubles d'habitation et qu'il n'est que des problèmes d'adaptation locale et sociale; 2° Que l'on réalise les conditions d'un abaissement des prix de la construction. III. Conditions intrinsèques de l'abaissement des prix et de l'expansion de l'activité du bâtiment : a) Avant tout, maintenir la stabilité monétaire; b) Mettre en œuvre le programme de 240 000 logements; c) Adopter une politique d'ensemble des terrains à bâtir; d) Construire en série, plus rustique et plus simple; e) Encourager la préfabrication au lieu de la paralyser; f) Faire prévaloir le travail en équipes; g) Mieux adapter les modalités des contrats; h) Procéder à l'analyse systématique des résultats; i) Respecter l'impératif de continuité; j) réduire le goulot d'étranglement de la main-d'œuvre; k) Améliorer le financement des entreprises. Conclusion. E. 26435.

B-918. Les chaux hydrauliques et leurs emplois. LAFUMA (H.). Éd. : Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Hydrauliques et de Ciments Naturels, 41, avenue de Friedland, Paris (1953), 1 broch. (13,5 × 21 cm), 34 p., 11 fig. — Développement de la production française de la chaux hydraulique. Classification des chaux. Caractéristiques des chaux hydrauliques. Emplois pour la maçonnerie, le béton. Fabrication. Conclusion. E. 26168.

B-919. Transport hydraulique et décantation des matériaux solides. Éd. : La Houille Blanche, Boîte Postale 41, Grenoble, Fr. (1953), 224 p., nombr. fig., nombr. réf. bibl., F 1 600 (Compte rendu des deuxièmes journées de l'hydraulique, Grenoble, 25-29 juin 1952). — G. SOLEIL, P. BALLADE. Le transport hydraulique des matériaux dans les travaux publics. Observations sur des résultats d'essais en grandeur nature. — M. GIBERT, R. DURAND, E. CONDO-

LIOS : Étude expérimentale du refoulement des matériaux en conduites, en particulier des produits de dragage et des schlammes. — M. BOUVARD : Étude de l'influence de la turbulence sur la chute des particules solides. — P. GARIEL, J.-P. RAYNAUD : Évolution de la décantation dans le passage de l'écoulement laminaire à l'écoulement turbulent et phénomènes de charriage dans les dessableurs à espace cloisonné. — G. LABAYE, R. MAITRE : Quelques résultats expérimentaux sur les dessableurs cloisonnés : diminution d'efficacité aux fortes vitesses et moyens d'y remédier. — L.-J. TISON : Au sujet de certaines dispositions permettant de réduire les quantités de matières solides entraînées par un système à surface libre. — M. PARDE : Sur les valeurs de la turbidité spécifique des rivières. — J. BONNIN : Les débits liquides et solides de la Durance. — H.-C. FRILINK : Discussion des formules de débit solide de Kalinske, d'Einstein et de Meyer-Peter et Muller, compte tenu des mesures récentes de transport dans les rivières néerlandaises. — G. BRAUDEAU : Le turbidimètre à double cellule photoélectrique. — G. BENINI : Appareil pour le contrôle expérimental de l'efficacité des dessableurs. — D. ORELLI : Décantation instantanée. — E. R. MONTAGNE : Études et expériences sur le délimonage des eaux. — E. GRAVEUX : Transport hydraulique dans les industries agricoles. — P. KOCH, A. VIBERT : La filtration des eaux. — A. SCHLAG : Évolution du phénomène d'épuration dans un bassin contenant de l'eau polluée et dans lequel on amène un débit d'eau propre. — L.-J. TISON : Résultats d'essais sur le transport de matières solides, très fines, dans les conduites. — D. KESTLICHER : Pertes de charge dans les conduites alimentées en eau contenant de fines particules solides. — P. BERGERON : Considérations sur les facteurs influençant l'usure due au transport hydraulique de matériaux solides. — Application plus particulière aux machines. — Cl. MARCELLO : Le problème de l'élimination du débit solide des eaux dérivées d'un cours d'eau. Expériences et travaux effectués. — J. TALOBRE : Contribution à l'étude économique du dessablage pour les centrales hydro-électriques. — F. JUNIET : L'« érenophone », un appareil détecteur des mouvements des sédiments fins. — A. NIZERY, G. BRAUDEAU, J. BONNIN : La station du Sautet pour l'étude de l'alluvionnement des réservoirs. E. 26350.

B-920. Manuel du couvreur-ardoisier. BRANDILLY (A.), ROCHETTE (E.). Éd. : Association École Supérieure de Couverture, Angers, Fr. (1952), 1 vol. (12 × 19 cm), 456 p., 279 fig. — Première partie : Couverture utilitaire : I. Ardoise, lattis, attaches, outillage, classification des couvertures. II. Principes d'étanchéité. III. Définition du plan carré, des rives et des intersections de plans carrés. IV. Exécution du plan carré. V. Couvertures sans liaison. VI. Exécution des rives du plan carré. VII. Ouvrages en pénétration dans les versants. VIII. Réparation des couvertures. IX. Rive en arêtière. X. Déversées. XI. Exécution des intersections de plans carrés : noues. XII. Renvers à un tranchis dit demi-rond. — Deuxième partie : Couverture décorative : I. Couverture décorative du plan carré. II. Rives de plans carrés. III. Tourelles : tourelle circulaire, abside, rotondes, tourelles à pans, flèche torse. IV. La machine à tailler moderne. — Troisième partie : Emploi du zinc dans les couvertures en ardoises. Terminologie. E. 25860.

B-921. Aide-mémoire du constructeur (The builder's reference book). FOSTER (Th.). Éd. : H. O. QUINN, Ltd., 151, Fleet Street, Londres, E.C.4. G.-B. (1953), 2<sup>e</sup> édit., 1 vol. (10,5 × 16 cm), 185 p., nombr. fig., 1 pl. h.-t. s. 5. — Aide-mémoire contenant les valeurs mathématiques et physiques et de nombreux renseignements relatifs au bâtiment : matériaux; appareils et machines pour la construction; fondations.

maçonnerie, charpente métallique; charpente en bois; couverture; sols. E. 26708.

B-922. Étude collective relative aux constructions statistiquement indéterminées en béton précontraint, 24-25 septembre 1951 (A symposium on prestressed concrete statically indeterminate structures, 24-25 september 1951). Éd. : Cement and Concrete Association, 52, Grosvenor Gardens, Londres SW1, G.-B. (1953), 1 vol. (19,5 × 25,5 cm), 180 p., nombr. fig., réf. bibl. — Mémoires et discussions présentés à un congrès organisé par la C. A. C. A. en liaison avec le Prestressed Concrete Development Groupe de Institution of Civil Engineers. — A. J. HARRIS : Continuité des constructions en béton préfabriqué; aspect pratique. — D. W. CRACKNELL, W. A. KNIGHT : Étude des constructions statistiquement indéterminées soumises à la précontrainte. — P. B. MORICE : Travail expérimental sur les poutres précontraintes liaisons. — G. MAGNEL : Continuité dans le béton précontraint. — E. G. TRIMBLE : Détermination de la continuité des moments de flexion dans les poutres continues précontraintes. — G. O. KEE, S. JAMPEL : Continuité utilisant les barres post-contraintes d'acier allié à grand allongement. — Y. GUYON : Traitement théorique de la continuité dans le béton précontraint. — F. G. THOMAS : Remarques et conclusions. E. 26126.

B-923. Agenda du béton 1953 (Beton Kalender, 1953). Éd. : Wilhelm Ernst und Sohn, Hohenzollernrdamm 169, Berlin Wilmersdorf, All.; Lange, Maxwell and Springer Ltd., 242, Marylebone Road, Londres NW1, G.-B. (1953), 2 vol. (11 × 15 cm). I : VIII + 752 + XXXVIII p.; II : VIII + 440 + 72 + XII p., 1162 fig., nombr. réf. bibl. — DM : 16, les 2 vol. — I. Tableaux mathématiques. Géométrie : trigonométrie, moments. Acier : Profils du commerce; Bois de construction. Pierres. Poids et coefficients de transmission de chaleur. Béton : matières premières. Mortiers. Essais de matériaux. Traction, compression, flambage, flexion composée, résistance à la flexion et au cisaillement, à la torsion. Dalles rectangulaires. Statique des constructions : poutres continues, portiques, calcul des contraintes. Calcul des éléments en béton armé; efforts longitudinaux et de flexion, de cisaillement, de torsion; exemples. Construction des éléments en béton armé. Prescriptions réglementaires. Poids propres et surcharges de service; fondations, construction en béton et en béton armé; composants du béton et du béton armé; maçonnerie; charpente en bois et échafaudages; construction métallique; protection des bâtiments. Annexe : coefficients de flambement. — II. Plaques élastiques. Procédés particuliers d'étude; étude des plaques par les procédés optiques. Principes d'estimation des ouvrages en béton armé. Exécution de la construction : travaux préparatoires, matériaux, surveillance des travaux, organisation des chantiers, travail continu en hiver, échafaudages et coffrages, mise en œuvre de l'acier, du béton, délai de décoffrage, joints de dilatation. Terrassements; terrain, fouilles, protection contre les eaux souterraines. Maçonneries en élévation. Planchers massifs; terrasses. Escaliers. Silos. Échafaudages en tubes. Ponts en poutres et en portiques de béton armé : principes; exemples; piles et culées. Construction des routes : tracé; construction; installations annexes. Caractéristiques étrangères pour le béton armé : en Belgique et au Brésil. E. 25861, 25862.

B-924. Ouvrage en treillis et portiques (Fachwerk und Rahmenwerk). FRIES (W.). Éd. : Springer, Reichpietschufer 20, Berlin W 35, All. (1953), 1 vol. (18 × 26 cm), x + 368 p., 365 fig., DM : 42. — I. Principes. La poutre et ses éléments; action des forces; équation générale et principes de la mécanique; triangle des forces; contraintes et déformation des barres; équation générale de la statique pour



la poutre plane; problèmes de statique, procédé pour les résoudre. — II. Poutre simple. Calcul par l'équation fondamentale, par les conditions d'équilibre des nœuds; réaction d'appui, forces internes; méthodes de calcul Müller-Breslau et Henneberg; lignes d'influence; cas de charges concentrées diverses; ouvrages triangulés; ouvrages en treillis composés. III. Étude cinématique de la poutre simple. IV. Déformation de la poutre : calcul général de la déformation; méthodes spéciales; ligne de flexion pour ligne des moments; déformation d'une base rectiligne. V. Poutres hyperstatiques : méthode des forces, méthode des points fixes; exemples; barre encastrée; arc encastré. VI. Poutres hyperstatiques : méthode des déformations; valeur de base et propositions principales; équation fondamentale; portiques à étages; groupes de déformations; méthodes par approximations. Exemples. E. 25897.

B-925. Soudure à l'arc (Die Lichtbogen-Schweißung). WUTKE (F.); Ed. : WEB Carl Marhold Verlagsbuchhandlung, Halle (Saale), All. (1953), 1 vol. (12,5 × 17 cm), 197 p., 42 fig. — Rédaction sous forme de questions et de réponses. Quelques données sur les matières premières : acier, fonte, métaux non ferreux, métaux légers. Machines à souder, comment parer à leurs pannes : machines à courant continu, transformateurs, redresseurs de courant. Métal d'apport (électrodes). Protection du travail et contre les accidents. Généralités sur le soudage. Formes et préparation des soudures. Valeur et contrôle d'une soudure. Apport d'acier spécial par soudure. Soudage « arcatoime » au courant alternatif en atmosphère protectrice. Soudage de la fonte grise, des métaux légers. Du cuivre, du laiton, du bronze, du nickel. Soudage de réservoirs à essence, benzol, huile ou pétrole détériorés, de réservoirs à combustibles liquides. Contraintes : contraction longitudinale des soudures, contraction transversale. Enseignement de la technique du soudage. E. 26019.

B-926. Principes de la technique du chauffage et de la ventilation (Grundzüge der Heizung und Lüftungstechnik). WOHLFARTH (G.); Ed. : VEB Carl Marhold Verlagsbuchhandlung, Halle (Saale), All. (1953), 1 vol. (16 × 21,5 cm), 133 p., 79 fig., 3 fig. h.-t. DM : 7.85. — Bases théoriques. Conditions atmosphériques et climat : généralités; température, humidité, mouvements de l'air; rayonnement du soleil. Bases de l'hygiène. Consommation de l'air par l'homme et ses besoins de chaleur. Bases de la technique thermique : concepts de base de la technique thermique; calcul des déperditions de chaleur dans les bâtiments. Installations de chauffage et de ventilation. Chauffage par foyers : généralités; poêles en fonte, en porcelaine. Chauffage à la vapeur; chaudières de chauffage, radiateurs, réseau de tuyauteries. Chauffage à l'eau chaude; thermo-siphon; pompes, chauffage des maisons à étages; avantages et inconvénients. Chauffage par radiation : surface radiante; échange par radiation; emploi de l'installation de chauffage des planchers pour assurer en été la réfrigération. Réglage des chauffages à vapeur et à eau chaude chauffage du corps humain; réglage des radiateurs; réglage central; réglage du chauffage à vapeur. Chauffage de l'air : généralités; chauffage de l'air par gravité : économie, inconvénients. Chauffage au moyen d'air chaud pulsé. Ventilation et chauffage de l'air : différence, réglage du chauffage de l'air et de la ventilation. E. 25736.

B-927. Technique américaine du froid (Ame-

rikanische Kältetechnik). PLANK (R.); Ed. : Deutscher, Ingenieur-Verlag GMBH, Prinz-Georg Str. 77/79, Dusseldorf, All. (1950), 1<sup>re</sup> édit. (3<sup>e</sup> exposé), 1 vol. (15 × 21,5 cm), VII + 202 p., 202 fig., 109 réf. bibl. DM : 12,50. — Fluides générateurs de froid : fréon, carbures d'hydrogène, protoxyde d'azote, glycols, dichlorométhane. Compresseurs à pistons : généralités; types blindés hermétiques, normaux verticaux, en V et en W, horizontaux. Turbocompresseurs : considérations théoriques; divers types. Machines à froid à absorption : introduction; mélanges binaires; machines à absorption réalisées. Appareils de la technique du froid : tubes à ailettes; liquéfacteurs; évaporateurs. Production de la glace : généralités; générateurs de glace à cellules; petits générateurs de glace; glace sèche. Constructions réfrigérantes et frigorifiques : matériaux isolants; construction des bâtiments frigorifiques; mécanisation de l'empilage. Maintien au frais des denrées : introduction; congélation des denrées; appareils à congélation rapide; séchage par la congélation. Transports frigorifiques : wagons de chemin de fer; camions automobiles; bateaux, avions. Considérations sur l'avenir. Annexe : comparaison entre le système de mesures américain et le système métrique. E. 26001.

B-928. La fabrication du béton expansif (Die Erzeugung von Expansivbeton). GEHLER (W.), TEICHMANN; Ed. : Verlag Technik GmbH, Berlin NW 7, All. (19 fév. 1952), 1 broch. (15 × 21 cm), Wissenschaftl. Berichte, série II, Bauwesen I, 35 p., 16 fig., DM 2,20. — Importance du ciment expansif. Principes du béton armé précontraint. Mode d'action du ciment expansif; ses applications dans la pratique de la construction. Essais de Lössier sur les ciments. Fabrication du béton expansif. Historique et aperçu d'ensemble. Le changement plastique de volume et les destructions qu'il cause. Expérience de Dresde (1951-1952) : pour la production d'une énergie expansive additionnelle automatique à l'aide de la poudre d'aluminium. Procédé chimique ou physique. Applications. Conclusion. E. 26052.

B-929. Grand réservoir de Glockner-Kaprun (Das Grossspeicherwerk Glockner-Kaprun). GRENGG (H.); Ed. : Springer, Mölkerbastei 5, Vienne, Autr. (1952), Schriftenreihe (Esterreich. Wasserwirtschaftsverbandes) n° 23, 1 vol. (15 × 21,5 cm), 35 p., 10 fig. h.-t., réf. bibl. § : 70 (Tiré de « Esterreich. Bauzeitschrift », 1952, n° 8, 10.) — Historique de l'ouvrage. Limites et volume de stockage du groupe choisi : volume de stockage techniquement et économiquement possible; territoires aménagés, distributions d'eau. Division en gradins et conduites d'eau motrice. État d'avancement; installations de production et conduites à longue distance. Installations de transport, approvisionnement en courant pour la construction et le camp de baraquements. Conduites d'amenée d'eau et centrale de l'étage principal; programme d'urgence. Modifications dans la construction des barrages avant 1945. Historique de la construction dans les années 1938 à 1945. Dépenses de construction. Conclusions. E. 25895.

B-930. Problème de l'exploitation de l'énergie hydraulique dans le Centre-Europe (Probleme der Kraftwasserwirtschaft in Mitteleuropa). VAS (O.); Ed. : Springer, Mölkerbastei 5, Vienne, Autr. (1952), Schriftenreihe (Esterreichischen Wasserwirtschaftsverbandes) n° 22, 1 vol. (15 × 21,5 cm), 60 p., 27 fig., 42 réf. bibl. (Tiré de : Esterreich. Wasserwirtschaft », 1952, n° 3, 4.) — Généralités. Concurrence du

charbon et de l'énergie hydraulique. Construction des réservoirs : barrages de Dabaklamm-Limberg, San Giacomo di Fraele, Mugges, Loch Sloy. Protection de la nature et du paysage. Relations avec le tourisme : exemple des usines hydroélectriques de Neutoting, Kettwig Ternberg, Grossraming. Planification d'ensemble; planification échelonnée. Usine de Rheinau. Constructions fluviales. Détermination de la hauteur des eaux. Pêcheries. Nouveaux types d'usines hydrauliques : Lavamünd, Steinbach, Bort, l'Aigle. Installations de pompage. Économie des installations à buts multiples. Financement des travaux. Conclusions. E. 25896.

B-931. Chauffage central (Zentralheizung). GÖHRING (O.); Ed. : Franz Deuticke Helfertorferstrasse 4, Vienne I, Autr. (1952), 1 vol. (Gesundheitstechn. n° 4) (14 × 21,5 cm), x + 247 p., 152 fig. F 1 666. — Calcul de la chaleur nécessaire : hypothèses sur la température extérieure. Calcul du combustible nécessaire. Chauffage central : à l'eau chaude, à la vapeur, par l'air chaud, chaudière à éléments en fonte; en acier; construction de la chaudière et du foyer; accessoires des chaudières de chauffage central; radiateurs pour chauffage à l'eau chaude et à la vapeur; calcul; tubes chauffants, réglage. Tuyauteries de chauffage central : raccords, manchons, vissage, brides; traversées des murs et des planchers; dilatation; robinetterie d'arrêt; détendeurs; séparateurs d'eau; essais de pression. Pompes. Échangeurs de chaleur : accumulateurs; appareils à contre-courant. Isolation thermique. Conditions techniques des calorifères à air chaud : appareils en fonte, en tôle, à gaz. Générateurs d'air chaud par la vapeur et l'eau. Pompes de chaleur. Bibliographie. E. 52935.

B-932. Les ponts (I ponti). ALBENGA (G.); Ed. : Unione Tipografico-Editrice Torinese, Turin, Ital. (mars 1953), 2<sup>e</sup> édit., 1 vol. (18 × 25 cm), VII + 568 p., 656 fig., 15 pl. h.-t., L : 6 500. — Généralités : Définitions. Étude. Emplacement. Accès. Profil en long. Section transversale. Considérations esthétiques et économiques : Choix des matériaux. Ponts en bois, en maçonnerie, métalliques, en ciment armé, systèmes mixtes. Ponts : pour piétons, routes, voies ferrées, canaux. Particularités : Ponts en bois, poutres, appuis. Ponts en maçonnerie : voûtes, intrados, étais et échafaudages, empiissage, chape et écoulement des eaux. Voûtes articulées (en plomb). Arcs jumelés. Ponts : biais, en courbe. Ponts métalliques. Poutres principales. Arcs. Poutres de contre-ventement. Appuis. Ponts : mobiles, militaires, en ciment armé. Voûtes massives, cellulaires, nervurées. Ponts : en béton précontraint, en éléments préfabriqués. Systèmes mixtes : tablier en aggloméré de ciment ou en ciment armé solidaire de poutres métalliques. Piédroits. Piles des ponts. Pylônes des ponts suspendus. Culées des diverses catégories de ponts. Flotteurs des ponts flottants. Bibliographie. E. 26169.

B-933. Soudage et retrait (Krimpen). GERITSEN (W.); Ed. : N. V. Uitgeverij-Maatschappij A. E. Kluwer, Deventer-Djakarta, Hollande, Pays-Bas (déc. 1951), 1 vol. (15 × 21 cm), 168 p., 147 fig., 42 réf. bibl. — I. Définitions et considérations générales. II. Retrait des soudures asymétriques et symétriques. III. Contraintes de retrait. IV. Influence des conditions autour de la soudure et de l'exécution de la soudure sur l'importance du retrait. — V. Le retrait dans la pratique du soudage. VI. Ordre d'exécution des soudures en construction navale. E. 21462.

VIENT DE PARAÎTRE :

# RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

## THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTALE

Par **M. R. L'HERMITE,**

Directeur des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

Tome I. — Théorie de l'Élasticité et des Structures élastiques.

Tomes II, III, IV. — En préparation.

DUNOD, Éditeur.

La résistance des matériaux, la connaissance des propriétés des solides, les théories de l'élasticité, de la plasticité et de la stabilité ont fait depuis vingt ans des progrès considérables. L'ingénieur, placé devant un problème de construction, ne peut plus se permettre d'ignorer les travaux de ses devanciers, sans lesquels il risque de perdre en recherches personnelles, un temps précieux, ou de n'aboutir qu'à des approximations incertaines. Malheureusement ces études sont dispersées dans de nombreux ouvrages et dans les revues scientifiques du monde entier, et aucun travail de synthèse n'en avait été réalisé jusqu'à ce jour. Le présent ouvrage, qui a nécessité la consultation de milliers de documents en toutes langues, répond à l'attente des ingénieurs et techniciens, et leur offre en quatre tomes un recueil complet des théories et méthodes de calcul les plus modernes. Le premier volume dont on trouvera ci-dessous un extrait de la table des matières, est consacré aux théories de l'élasticité et des structures élastiques; le second, aux théories de la stabilité, du flambement et de la plasticité; le troisième traitera de la mécanique physique des matériaux; enfin l'étude des phénomènes dynamiques, chocs et vibrations, des associations et assemblages de matériaux, des statistiques et de la sécurité, formera la matière du quatrième volume.

La présentation de l'ouvrage permet, sur chacun des sujets traités, une étude d'ensemble qui en dégage

les grands principes, suivie de l'analyse de cas particuliers et des méthodes de traitement et résultats pratiques sous forme de figures et de tableaux. Une bibliographie commentée permet enfin au lecteur de se reporter aisément aux sources. La majeure partie des documents utilisés est d'ailleurs déposée à la Bibliothèque des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics (12, rue Brancion) où elle peut être consultée par le lecteur intéressé.

Ce livre n'est donc pas spécialement un cours de résistance des matériaux : il est destiné à la consultation, et un index alphabétique des matières et d'auteurs le complète en ce sens. Chaque chapitre et même chaque paragraphe peut être lu indépendamment, le lecteur y étant aidé par des tableaux de symboles répartis dans chaque volume. Cet ouvrage de base a donc tout naturellement sa place au rayon des usuels de toute bibliothèque technique. En s'y reportant, ingénieurs, bureaux d'études, physiciens et mathématiciens, étudiants des grandes écoles et des universités, auront sous les yeux un tableau représentatif des connaissances actuelles dans le vaste domaine de la résistance des matériaux.

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics a apporté un important concours pour la réalisation de cet ouvrage en mettant en particulier, à la disposition de l'auteur, la vaste documentation qu'il a rassemblée et les moyens de renseignements dont il dispose.

## EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME I

THÉORIE DE L'ÉLASTICITÉ. ÉLASTICITÉ DES MILIEUX A DEUX DIMENSIONS (ÉLASTICITÉ PLANE). ÉQUILIBRE INTERNE DES CORPS A FIBRE MOYENNE. TENSION ET FLEXION. TORSION. THÉORIE DES STRUCTURES ISOSTATIQUES. PIÈCES DROITES, COURBES OU ARTICULÉES, STATIQUEMENT DÉTERMINÉES. THÉORIE DES STRUCTURES HYPERSTATIQUES. POUTRES ET SYSTÈMES DE POUTRES DROITES. POUTRES COURBES, ARCS ET PORTIQUES. STRUCTURES HYPERSTATIQUES A TROIS DIMENSIONS. PLAQUES ET DALLES FLÉCHIES. COQUES. CRITIQUES ET VUES D'ENSEMBLE.

Le tome I comprenant xvi + 860 pages format 16 × 25 cm, avec 384 figures, est en vente à La Documentation Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 19, rue La Pérouse, Paris-XVI<sup>e</sup>, au prix de 8 400 F + T. L. l'exemplaire relié toile. (Franco port recommandé : 8 692 F. — C. C. P. Paris 8 524-12.)



## TABLES SYSTÉMATIQUE ET PAR NOMS D'AUTEURS DES ARTICLES PARUS EN 1953

### TABLE PAR SÉRIES

#### ARCHITECTURE ET URBANISME

	Pages.
AU/9. — La cité Rotterdam à Strasbourg, par MM. SPINETTA, CLÉMENT, P. DALLOZ, E.-E. BEAUDOIN et J. FOUGEROLLE (mars-avril 1953).	215
AU/10. — Reconstruction du Havre, par M. P. COURANT. Porte Océane (273 appartements), par MM. A. PERRET, J. POIRRIER et A. HERMANT (mai 1953).	437
AU/11. — Méthode générale d'établissement du projet acoustique d'une salle. Application aux salles de cinéma, par M. A. MOLES. Normalisation et qualité de la projection sonore. Influence sur la conception des salles, par M. J. VIVIÉ (novembre 1953).	1003

#### THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL

TMC/18. — Fondations circulaires pleines ou circulaires annulaires soumises à des charges excentrées, par M. G. MERCY (février 1953).	145
TMC/19. — Le congrès de Cambridge de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes, par M. L. CAMBOURNAC (juin 1953).	557
TMC/20. — Quelques cas de recherches graphiques des contraintes dans une pile supportant une charge excentrée. Extension au domaine plastique, par M. R. LAPONCHE (juin 1953).	599

#### ESSAIS ET MESURES

EM/24. — L'essai de flexion par choc, par M. A. CHAGNEAU (février 1953).	157
--	-----

	Pages.
EM/25. — Quelques aspects de la recherche sur les matériaux et les constructions aux États-Unis (I). La mécanique des sols, par MM. J. DELARUE et F. DERVIEUX (juillet-août 1953).	643
EM/26. — Études sur modèles réduits de planchers-dalles, par MM. Ch. BONVALET et A. ÇAKIROGLU (juillet-août 1953).	673
EM/27. — Quelques aspects de la recherche sur les matériaux et les constructions aux États-Unis (II). Liants hydrauliques, produits céramiques, verre, peinture, matériaux divers, par M. J. BROCARD (septembre 1953).	791
EM/28. — Quelques aspects de la recherche sur les matériaux et les constructions aux États-Unis (III). Machines et appareils d'essai, par M. J. DAWANCE. Plomberie sanitaire, par M. A. SAIGNE (octobre 1953).	979

#### SOLS ET FONDATIONS

SF/12. — La résistance au cisaillement des sols, par M. P. HABIB (janvier 1953).	1
--	---

#### JOURNÉES DE MÉCANIQUE DES SOLS (juillet 1952)

SF/13. — La mécanique des sols et la force portante des pieux (mars-avril 1953).	283
Théorie de la force portante des pieux dans le sable, par MM. A. W. SKEMPTON, AA. YASSIN et R. E. GIBSON.	
Détermination de la charge portante de pieux en béton armé au port pétrolier d'Anvers, par M. J. VERDEYEN.	
Méthode de contrôle du battage des pieux par film.	
Appareils français de pénétration. Enseignements tirés des essais de pénétration, par M. M. BUISSON.	

SF/13. — État actuel des méthodes d'évaluation de la force portante des pieux en Allemagne, par M. E. SCHULTZE. (suite)	
Résultats d'essais de pénétration en profondeur et de mise en charge de pieux-modèle, par M. E. C. W. A. GEUZE.	
Conclusions de plusieurs essais de chargement de pieux, par MM. R. PIETKOWSKI et R. CZARNOTA-BOJARSKI.	
Essais d'enfoncement sous vérins d'un pieu en béton armé, par MM. J. BOUVIER et P. LOHÉAC.	
Observations recueillies pendant le battage de pieux, par M. L. BENDEL.	
Essais de chargement statique des pieux de fondations. Comparaison avec les résultats de battage, par MM. A. CHAPON et M. BUISSON.	
Sur le terme de surface dans le calcul des fondations en milieu pulvérulent.	
Courbes de glissements du sol sous la pointe des pieux, par MM. A. CAQUOT et J. KERISEL.	
Recherches sur le frottement latéral des pieux forés et battus dans l'argile, par MM. S. RODIN et J. TOMLINSON.	
Une analyse énergétique du battage des pieux à l'aide de paramètres sans dimension, par M. N. JANBU.	
Essais de charge portante de pieux en modèle réduit, par M. P. HABIB.	
Mesures sur modèles réduits du frottement latéral et de la résistance de pointe des pieux, par M. H. ZWECK.	
Recherches sur la force portante des pieux, par M. G. G. MEYERHOF.	
Les pieux de fondation en Norvège, par M. L. BJERRUM.	
Remarques sur le poinçonnement continu des sables et graviers, par M. R. L'HERMINIER.	
Phénomènes d'écoulement dans le cas de fondations sur pieux, par M. A. POGANY.	

### CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

CM/11. — La soudure dans la construction métallique, par M. A. DUNOYER (septembre 1953).....	775
CM/12. — Renforcement par soudure du pont de Douarnenez, par M. P. BASTARD.	
Exemples de charpentes d'immeubles soudées, par M. H. PANTZ (octobre 1953).....	901
CM/13. — Recherche sur le dimensionnement et le raidissage rationnels de l'âme des poutres à âme pleine, en tenant compte du danger de voilement, par M. Ch. MASSONNET (novembre 1953)	1061
CM/14. — Les aménagements de l'écluse Saint-Pierre sur le canal de Donzère-Mondragon, par M. A. SCHMID (décembre 1953).....	1119

### TRAVAUX PUBLICS

TP/19. — Les barrages en terre américains, par MM. P. LONDE et G. POST (janvier 1953)...	41
TP/20. — Les barrages en béton américains, par M. J. MARTIN (janvier 1953).....	65
TP/21. — Exemples de travaux portuaires au Havre, par MM. P. CALLET, E. IMBERT et A. BAUCHEREL (mai 1953).....	469
TP/22. — Le pont de Villeneuve-Saint-Georges (juillet-août 1953), Conception de l'ouvrage et problèmes posés par sa réalisation, par M. H. LOSSIER.	
Les enseignements tirés du chantier en matière de contrôle de la qualité des matériaux, par M. M. BONNET.	

	Pages.
Étude de certains problèmes de chantier, par M. L. THOMAS.....	625
TP/23. — Construction d'un bow string associant le béton précontraint et le-béton armé, par M. J. BARETS (juillet-août 1953).....	697
TP/24. — Travaux de mise en galerie de la Bièvre, par MM. R. PAOLI et M. MEYS.	
Description des procédés Vacuum Concrete, par M. I. LÉVIAINT (septembre 1953).....	765
TP/25. — Le barrage de Tignes, par M. A. LIGOUZAT (décembre 1953).....	1219

### MATÉRIAUX

M/9. — Le bois dans la menuiserie et dans la charpente, par M. J. CAMPREDON (janvier 1953).....	91
---	----

### BÉTON. BÉTON ARMÉ

BBA/22. — Amélioration de la productivité sur les chantiers traditionnels d'ossatures en béton armé. Application des procédés Vacuum Concrete, par M. I. LEVIAINT (mai 1953).	493
BBA/23. — Les adjuvants du béton : plastifiants, entraîneurs d'air et produits colloïdaux. Conditions d'emploi, par M. M. DURIEZ (juin 1953).	569
BBA/24. — Compte rendu de la réunion de la Commission d'Études Techniques de la Chambre Syndicale des Constructeurs en ciment armé (octobre 1953).	
Les travaux de révision des règles B. A. 45, par M. L.-P. BRICE.	
Les théories de calcul à la rupture, par M. N. ESQUILLAN.	
La détermination d'un acier « TOR 60 », par M. Y. SAILLARD.....	925

### BÉTON PRÉCONTRAINTE

BP/15. — La nouvelle gare maritime de la Compagnie Générale Transatlantique du Havre. Conception d'ensemble. Étude et exécution de l'ossature, par MM. U. CASSAN et P. LEBELLE (mai 1953).	405
BP/16. — Étude théorique expérimentale d'une dalle précontrainte sur appui élastique au-delà des limites d'élasticité, par M. F. LÉVI (juin 1953).....	535

### ÉQUIPEMENT TECHNIQUE

ET/33. — Essais et recherches sur les ardoises, par MM. A. BLANC et J.-C. MARÉCHAL (février 1953).....	127
ET/34. — L'expérience et la technique au service de l'étanchéité. La toiture en pente, par M. A. POIRSON (février 1953).....	169
ET/35. — Pompes et accélérateurs, par M. D. THIN (mars-avril 1953).....	251



JOURNÉES INTERNATIONALES DE CHAUFFAGE,  
VENTILATION, CONDITIONNEMENT DE L'AIR 1953  
(11-12 et 13 mai 1953)

*Recherches et Techniques Étrangères.*  
(juillet-août 1953)

- ET/36. — Évolution des recherches et des techniques en Suède, en Norvège, au Danemark et en Suisse depuis 1940, par MM. J. RYDBERG, A. WATZINGER, S. P. JACOBSEN et J. KAMM..... 705

*Enseignement et Documentation.*  
(septembre 1953)

- ET/38. — Enseignement français du chauffage et du conditionnement de l'air, par M. Ch. BARRAULT.  
Documentation française et internationale en chauffage, ventilation et conditionnement de l'air, par M. R. CADIERGUES..... 837

*Les Combustibles.*  
(octobre 1953)

- ET/40. — Choix des combustibles et sources d'énergie, par M. R. GIBLIN.  
Choix de la qualité du combustible liquide pour le chauffage des locaux, par M. P. FORTAIN.  
Les gaz liquéfiés de pétrole, par M. J. HARLÉ.  
Évolution du chauffage domestique au charbon en France, par M. M. PINET..... 949

*Générateurs.*  
(novembre 1953)

- ET/41. — Chaudières automatiques modernes de chauffage central aux combustibles solides, par M. R. RABET.  
Nouveaux générateurs à grand taux d'échange et à faible volume, par M. H. MAUBOUCHÉ..... 1031

*Études et Recherches Françaises.*  
(décembre 1953)

- ET/42. — Quelques recherches du C. S. T. B. Comptage de la chaleur. Intermittence du chauffage collectif, par M. A. FOURNOL.  
Études sur la productivité, par M. B. TUNZINI.  
Études et recherches 1952 du Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation, par MM. R. CADIERGUES et D. THIN.  
Compte rendu de visite de quelques laboratoires d'essais américains, par M. G. DAWANCE.  
La mesure de la conductibilité thermique à travers le monde, par M. A. PASCAL.  
Chauffage par le sol. Températures superficielles limites, par M. J.-C. MARÉCHAL.  
Recherches, études et normalisation réalisées par le syndicat des Constructeurs et Installateurs, par M. R. GOENAGA.  
Visites d'installations de chauffage et de conditionnement d'air au Centre Technique Forestier Tropical de Nogent-sur-Marne et à l'Aéroport du Bourget, par MM. Y. MARCON, E. RELIER, J. ARTIGUE, A. DESPLANCHES, R. de SAINT-MARTIN et B. TUNZINI..... 1157

- ET/37. — La perméabilité des bâtiments à l'air, aux gaz et aux vapeurs, par M. R. CADIERGUES (septembre 1953)..... 809

JOURNÉE D'ÉCLAIRAGE NATUREL  
(mai 1953)

- ET/39. — Introduction générale aux études d'éclairage naturel, par M. J. DOURGNON.  
Études anglaises, suédoises et allemandes d'éclairage naturel, par MM. R. G. HOPKINSON, G. PLEIJEL et W. ARNDT (septembre 1953)..... 851

*MATÉRIEL DE CHANTIER*

- MC/7. — Essais sur un concasseur giratoire, par MM. MAMILLAN (décembre 1953)..... 1135

*QUESTIONS GÉNÉRALES*

- QG/20. — La recherche scientifique aux États-Unis et dans le monde, par M. R. L'HERMITE (février 1953)..... 183  
QG/21. — Quelques aspects de la prospection et de l'exploitation des eaux souterraines, par M. J. ARCHAMBAULT (juillet-août 1953)..... 657  
QG/22. — La prévention des incendies par l'ignifugation dans le bâtiment et la décoration, par M. A. SAMUEL (octobre 1953)..... 937

*DOCUMENTATION TECHNIQUE*

- DT/61. — Documentation réunie en octobre 1952 (janvier 1953)..... 111  
DT/62. — Documentation réunie en novembre 1952 (février 1953)..... 197  
DT/63. — Documentation réunie en décembre 1952 (mars-avril 1953)..... 393  
DT/64. — Documentation réunie en janvier-février 1953 (mai 1953)..... 509  
DT/65. — Documentation réunie en mars 1953 (juin 1953)..... 609  
DT/66. — Documentation réunie en avril 1953 (juillet-août 1953)..... 749  
DT/67. — Documentation réunie en mai-juin 1953 (septembre 1953)..... 881  
DT/68. — Documentation réunie en juillet 1953 (octobre 1953)..... 991  
DT/69. — Documentation réunie en août 1953 (novembre 1953)..... 1105  
DT/70. — Documentation réunie en septembre 1953 (décembre 1953)..... 1243

*MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS*

- MCB/14. — Le trait de charpente (troisième partie). L'escalier (I). Conception et exécution des escaliers, leurs caractéristiques générales, par M. J. JAROUSSEAU (novembre 1953)..... 1081

*HORS SÉRIE*

- HS/6. — Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nouvelle série. Tables systématique et par noms d'auteurs des articles parus en 1953 (décembre 1953)..... 1263



## TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

(Les lettres renvoient aux différentes séries de la table précédente.)

ARCHAMBAULT (J.), QG/21.	DALLOZ (P.), AU/9.	KAMM (J.), ET/36.	POGANY (A.), SF/13.
ARNDT (W.), ET/39.	DAWANCE (G.), EM/28, EM/42.	KERISEL (J.), SF/13.	POIRRIER (J.), AU/10.
ARTIGUE (J.), ET/42.	DELARUE (J.), EM/25.	LAPONCHE (R.), TMC/20.	POIRSON (A.), ET/34.
BARETS (J.), TP/23.	DERVIEUX (F.), EM/25.	LEBELLE (P.), BP/15.	POST (G.), TP/19.
BARRAULT (Ch.), ET/38.	DESPLANCHES (A.), ET/42.	LÉVI (F.), BP/16.	RABET (R.), ET/41.
BASTARD (P.), CM/12.	DOURGNON (J.), ET/39.	LEVIANT (I.), BBA/22, TP/24.	RELLIER (E.), ET/42.
BAUCHEREL (A.), TP/21.	DUNOYER (A.), CM/11.	L'HERMINIER (R.), SF/13.	RODIN (S.), SF/13.
BEAUDOUIN (E.-E.), AU/9.	DURIEZ (M.), BBA/23.	L'HERMITE (R.), QG/20.	RYDBERG (J.), ET/36.
BENDEL (L.), SF/13.	ESQUILLAN (N.), BBA/24.	LIGOUZAT (A.), TP/25.	
BJERRUM (L.), SF/13.	FORTAIN (P.), ET/40.	LOHÉAC (P.), SF/13.	SAIGNE (A.), EM/28.
BLANC (A.), ET/33.	FOUGEROLLE (J.), AU/9.	LONDE (P.), TP/19.	SAILLARD (Y.), BBA/24.
BONNET (M.), TP/22.	FOURNOL (A.), ET/42.	LOSSIER (H.), TP/22.	SAINT-MARTIN, de (R.), ET/42.
BONVALET (Ch.), EM/26.	GIBLIN (R.), ET/40.	MAMILLAN (M.), MC/7.	SAMUEL (A.), QG/22.
BOUVIER (J.), SF/13.	GIBSON (R. E.), SF/13.	MARCON (Y.), ET/42.	SCHMID (A.), CM/14.
BRICE (L.-P.), BBA/24.	GEUZE (E. C. W. A.), SF/13.	MARÉCHAL (J.-C.), ET/33, ET/42.	SCHULTZE (E.), SF/13.
BROCARD (J.), EM/27.	GOENAGA (R.), ET/42.	MARTIN (J.), TP/20.	SKEMPTON (A. W.), SF/13.
BUISSON (M.), SF/13.		MASSONNET (Ch.), CM/13.	SPINETTA (A.), AU/9.
CADIERGUES (R.), ET/37, ET/38, ET/42.	HABIB (P.), SF/12, SF/13.	MAUBOUCHÉ (H.), ET/41.	
CALLET (P.), TP/21.	HARLÉ (J.), ET/40.	MERCY (G.), TMC/18.	THIN (D.), ET/35, ET/42.
CAMBOURNAC (L.), TMC/19.	HERMANT (A.), AU/10.	MEYERHOF (G. G.), SF/13.	THOMAS (L.), TP/22.
CAMPREDON (J.), M/9.	HOPKINSON (R. G.), ET/39.	MEYS (M.), TP/24.	TOMLINSON (J.), SF/13.
CAKIROGLU (A.), EM/26.	IMBERT (E.), TP/21.	MOLES (A.), AU/11.	TUNZINI (B.), ET/42.
CAQUOT (A.), SF/13.	INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS, DT/61, DT/62, DT/63, DT/64, DT/65, DT/66, DT/67, DT/68, DT/69, DT/70, HS/6.	PANTZ (H.), CM/12.	VERDEYEN (J.), SF/13.
CASSAN (U.), BP/15.	JACOBSEN (S. P.), ET/36.	PAOLI (R.), TP/24.	VIVIÉ (J.), AU/11.
CHAGNEAU (A.), EM/24.	JANBU (N.), SF/13.	PASCAL (A.), ET/42.	
CHAPON (M.), SF/13.	JAROUSSEAU (J.), MCB/14.	PERRET (A.), AU/10.	WATZINGER (A.), ET/36.
CLÉMENT (M.), AU/9.		PIETKOVSKI (R.), SF/13.	YASSIN (A. A.), SF/13.
COURANT (P.), AU/10.		PINET (M.), ET/40.	
CZARNOTA-BOIARSKI (R.), SF/13.		PLEIJEL (G.), ET/39.	ZWECK (H.), SF/13.

## ADDITIF

Prière à nos lecteurs de compléter comme suit les tables systématique et par nom d'auteurs des articles parus en 1952 (Hors Série V).

### TABLE PAR SÉRIES

#### MATÉRIAUX

M/8. — L'action néfaste du froid sur la plasticité des aciers employés dans la construction métallique et le bâtiment, par M. A. CHAGNEAU (décembre 1952.)

#### ÉQUIPEMENT TECHNIQUE

ET/32. — Nouvelles perspectives dans l'installation électrique des bâtiments, par M. R. COMTET (décembre 1952.)

### AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

AI/5. — Peintures applicables sur le ciment et peinture anticorrosives, par M. J. WALLON (décembre 1952.)

### TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

CHAGNEAU (A.) M/8,  
COMTET (R.) ET/32,  
WALLON (J.) AI/5.

(Reproduction interdite.)



MARDI 15 JUIN 1954, à 17 h. 30

Séance organisée en commun avec la Société des Ingénieurs-Soudeurs.

**LE SOUDAGE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE ET, EN PARTICULIER, LE SOUDAGE DANS LES TOITURES EN ALUMINIUM**

MARDI 22 JUIN 1954, à 17 h. 30

**RECHERCHES ET TRAVAUX DU CENTRE TECHNIQUE DU BOIS EN MATIÈRE D'UTILISATION DU BOIS DANS LA CHARPENTE ET LA MENUISERIE**

par M. CAMPREDON, Directeur au Centre Technique du Bois.

MARDI 29 JUIN 1954, à 17 h. 30

Sous la présidence de M. L'HERMITE,  
Délégué Général des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

**APPLICATIONS PRATIQUES DE LA PHYSIQUE NUCLÉAIRE A L'ÉTUDE NON DESTRUCTIVE DES SOLS ET DES MATÉRIAUX**

par M. BROCARD, Chef de service au Centre Expérimental de recherches et d'études du Bâtiment et des Travaux Publics.

## L'INFORMATION TECHNIQUE CINÉMATOGRAPHIQUE

Les séances ont lieu **le mercredi, à 18 h.**, Salle de la Fédération Nationale du Bâtiment, 7, rue La Pérouse, Paris-XVI<sup>e</sup>, aux dates suivantes pour l'année 1954 :

13 janvier, 10 février, 10 mars, 7 avril, 12 mai, 16 juin, 10 novembre, 8 décembre.

Elles sont accessibles aux adhérents ayant versé à ce titre une cotisation spéciale et la carte d'inscription doit être présentée à l'entrée.

## CYCLE DE CONFÉRENCES D'AVRIL 1954

**destinées aux ingénieurs et cadres des entreprises.**

par M. R. L'HERMITE, Délégué Général des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics  
et M. J. BROCARD, Chef du Service Chimie des Matériaux au Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics.

### IDÉES ACTUELLES SUR LA TECHNOLOGIE DU BÉTON

Les séances auront lieu **à 18 h.**, Salle de la Fédération Nationale du Bâtiment, 7, rue La Pérouse, Paris-XVI, aux dates suivantes :

1<sup>er</sup>, 5, 8, 12, 15, 22 et 26 avril 1954.

#### PROGRAMME

##### Fabrication du béton.

Composition du béton. Granulométrie.  
Malaxage. Transport et mise en place. Rhéologie.  
Vibration. Damage. Laminage. Essorage.  
Bétons de blocage et mortiers activés.  
Bétons à occlusion d'air. Plastifiants.

##### Déformation du béton.

Déformation spontanée, retrait.  
Déformation sous charge. Élasticité, Modules d'élasticité.  
Propagation des ébranlements.  
Plasticité. Fluage.

##### Rupture du béton.

Rupture en compression. Prérapture.

Essais sur cubes et sur cylindres. Étude de la machine d'essais. Rupture en traction et en flexion. Essai brésilien. Énergie de rupture.

Rupture sous contraintes triaxiales. Distorsion et extension maxima. Distorsion élastique totale.

Prolongement élastique. Courbes isoplastiques.

Rupture par glissement. Rupture par décohesion.

Critères généraux de rupture et courbes intrinsèques dans les représentations cinétiques et dynamiques. Domaine « Traction-Compression ».

Rupture sous efforts répétés, fatigue.

Rupture par choc.

##### Diverses propriétés et traitements du béton.

Durcissement, maturation, propriétés hydrauliques, perméabilité, capillarité, gélivité, bétons spéciaux.  
Contrôle du béton.

##### Propriétés chimiques du béton (M. J. BROCARD).

Corrosion et attaques. Emplois des ciments. Protection.

Les personnes désirant suivre ce cycle de conférences sont priées de s'inscrire dès maintenant à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 19, rue La Pérouse, Paris-XVI<sup>e</sup>.

## ENTREPRENEURS,

**Subventionnez l'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT et des TRAVAUX PUBLICS sans charge nouvelle.**

En attribuant à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics une part de la taxe d'apprentissage que la loi permet d'affecter à la formation des Cadres supérieurs, vous pouvez sans charge nouvelle aider notre Association qui par ses conférences, ses publications, sa documentation, ses travaux de recherches, ses commissions des grands problèmes, joue un rôle important dans la conduite de vos Entreprises.

Par vos versements, vous concurrez à son activité, animez et facilitez ses travaux; vous serez certains, par conséquent, que ce prélèvement restera au service de vos Professions.

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics est autorisé à recueillir de 5 à 30 % de la taxe d'apprentissage suivant la catégorie professionnelle à laquelle appartient l'Entreprise assujettie.

Répondez à notre appel en adressant la subvention dont vous pouvez disposer en notre faveur, soit directement à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 19, rue La Pérouse, Paris-XVI<sup>e</sup> (C. C. P. Paris 1834-66), soit par l'intermédiaire de l'organisme syndical professionnel auquel vous êtes affilié si celui-ci se charge de la répartition de votre taxe d'apprentissage.



# BATIR

REVUE TECHNIQUE DE LA FÉDÉRATION NATIONALE DU BATIMENT ET DES ACTIVITÉS ANNEXES  
PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS DE L'INSTITUT TECHNIQUE  
ET DES LABORATOIRES DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

## SOMMAIRE DU NUMÉRO 35 (NOVEMBRE 1953)

Le colloque international des essais  
non destructifs du béton.

GROS ŒUVRE : Un matériau com-  
mode et économique : le béton  
caverneux.

BOIS : L'utilisation des déchets de  
bois (I).

PEINTURE ET DÉCORATION : Sol-  
vants et diluants (I).

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE : Les  
pistolets de fixation.

Les films du bâtiment.

Quand la neige n'est plus sous les  
pas...

MÉTAL : Au sujet du calcul des  
épaisseurs des tuyaux de plomb.

Substitution d'une charpente en  
acier à une charpente en bois.

VISITE DE CHANTIER : Cité stu-  
dieuse à Amiens.

« Au pied du mur. »

La chute Isère-Arc et la centrale de  
Randens.

RÉALISATIONS ÉTRANGÈRES : Le  
groupe scolaire du parc Trembley,  
à Genève.

REMPLACEMENT TOTAL DE LA  
STRUCTURE D'UN BATIMENT  
ANCIEN.

DE LA TECHNIQUE AU DROIT :  
La théorie de l'imprévision appli-  
quée aux marchés de travaux  
publics (III).

APRÈS LE SALON DE L'AUTO.  
FICHES BIBLIOGRAPHIQUES.

*Ces textes s'attachent à présenter, d'une façon à la fois simple et complète, des renseignements utiles.*

Prix du numéro : 300 F

**SPÉCIMEN GRATUIT SUR DEMANDE**

BATIR — 33, avenue Kléber, Paris-XVI<sup>e</sup>

Abonnement d'un an : 2 500 F

(Neuf numéros)

## ENSEIGNEMENT TECHNIQUE EXPÉRIMENTAL - SESSION 1954 - BÉTON ARMÉ

Comme cela a déjà été annoncé, dans le numéro de novembre des « Annales », des séances d'étude expérimentale du comportement d'éléments de construction en béton armé sous l'action de charges croissantes, sont organisées par l'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS. Ces séances, instituées en faveur des ingénieurs et techniciens des entreprises, auront lieu courant février, mars et avril 1954, aux jours et heures qui seront fixés ultérieurement, aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics, 12, rue Brancion, Paris-XV<sup>e</sup> (en principe pendant des après-midi de samedis) selon le programme suivant :

### I. — RÉSISTANCE DES PIÈCES COMPRIMÉES

Essais de poteaux non armés.  
Essais de poteaux ne comportant que des arma-  
tures longitudinales.  
Essais de poteaux armés longitudinalement et  
transversalement.  
Influence de la nuance des armatures longitu-  
dinales et de l'écartement des ligatures transver-  
sales.

Essais de prismes frettés. Influence de l'écar-  
tement des frettes et de la nuance de l'acier les  
constituant. Déformation du béton fretté.  
Cas spéciaux : bielles et articulations. Rotations  
et forces portantes admissibles.

### II. — RÉSISTANCE DES HOURDIS

Essais de panneaux de hourdis carrés ou rec-  
tangulaires.

Observation des fissures et de leur mode de  
progression sous charges croissantes. Lignes de  
rupture. Comparaison des charges de rupture  
expérimentales à celles déduites de la théorie  
des lignes de rupture.

Emploi d'armatures en quadrillages soudés.  
Poinçonnement des hourdis. Comparaison des  
résultats expérimentaux aux résultats théoriques.

### III. — RÉSISTANCE DES POUTRES AUX MOMENTS FLÉCHISSANTS

Essais de poutres armées en traction seule-  
ment, avec pourcentages moyens d'acier doux  
ou d'aciers à adhérence améliorée. Mesure des  
flèches. Observation des fissures et vérification  
de la théorie de M. BRICE. Chargement des  
poutres jusqu'à rupture. Comparaison des  
charges de ruptures observées à celles déduites  
de la théorie de la flexion élastoplastique.

Essais de poutres armées en traction seule-  
ment, avec fort pourcentage d'acier à adhérence  
améliorée. Observation de la rupture par écar-  
sement du béton de la zone comprimée.

Essais de poutres armées en traction et en  
compression.

Essai d'une poutre en béton précontraint.

### IV. — RÉSISTANCE DES POUTRES A L'EFFORT TRANCHANT

Essai d'une poutre ne comportant que des  
armatures longitudinales. Soudaineté de la rup-  
ture par effort tranchant.

Forme des ruptures.

Essais de poutres munies d'armatures longitu-

dinales et d'étriers, en acier doux ou en acier  
Tor. Taux de cisaillement sous lesquels les  
fissures apparaissent.

Nécessité des ancrages terminaux des arma-  
tures longitudinales.

Constitutions diverses de ces ancrages.

Action des charges concentrées appliquées au  
voisinage des appuis.

### V. — PIÈCES FLÉCHIES SPÉCIALES

Essais de semelles de fondation.

Semelles carrées répartissant la charge appli-  
quée sur toute l'étendue de leur face inférieure.  
Rupture par flexion ou par poinçonnement.

Semelles répartissant la charge appliquée sur  
des appuis isolés.

Essais de poutres-cloisons.

### VI. — PHÉNOMÈNES D'ADHÉRENCE

Adhérence des barres lisses, crénelées ou  
Tor. Influence de la position de la barre par rap-  
port aux faces voisines du béton.

Essais par traction et par flexion.

Influence de la courbure des barres.

Le programme ci-dessus sera réparti en six séances durant chacune trois heures environ.

Les dessins des pièces soumises aux essais seront adressés aux auditeurs préalablement aux séances, avec indication des caractéristiques mécaniques du béton et de l'acier employés. Les auditeurs pourront donc, avant chaque séance, avoir déterminé eux-mêmes les charges de service admissibles et les charges théoriques de rupture des pièces qui seront chargées à outrance en leur présence.

Il est possible de s'inscrire soit pour la totalité des séances, soit pour une partie seulement d'entre elles.

La contribution aux frais de préparation des éprouvettes, demandée aux entreprises dont les ingénieurs et techniciens assisteront aux essais pourra être prélevée par celles-ci sur le montant de leurs taxes d'apprentissage.

Il est rappelé que les inscriptions (dont le nombre ne pourra excéder 60) sont enregistrées, dans l'ordre d'arrivée, par l'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS, 19, rue La Pérouse, Paris-XVI<sup>e</sup>. La liste en sera close le 15 janvier 1954.